Th.S **LÊ VĂN VINH**
Giáo viên chuyên luyện thi đại học

Cẩm nang luyện thi đại học
VẬT LÍ
TẬP 01

THEO TỪNG CHUYÊN ĐỀ
VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT BÀI TẬP TƯƠNG ỨNG

01. DAO ĐỘNG CƠ
02. SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM
03. DÒNG DIỆN XOAY CHIỀU
04. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

*Sách dành cho học sinh luyện thi Đại học - Cao đẳng **

NHÀ XUẤT BẢN TỔNG HỢP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Th.S LÊ VĂN VINH
Giáo viên chuyên luyện thi đại học

Cẩm nang luyện thi đại học
VẬT LÍ
TẬP 01

THEO TỪNG CHUYÊN ĐỀ
VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT BÀI TẬP TƯƠNG ỨNG

01. DAO ĐỘNG CƠ
02. SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM
03. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU
04. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

*Sách dành cho học sinh luyện thi Đại học - Cao đẳng **

NHÀ XUẤT BẢN TỔNG HỢP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Lời nói đầu

Như chúng ta đã biết, trong vài năm trở lại đây, đề thi đại học môn vật lí khá dài, rộng và chứa nhiều câu khó. Cụ thể là các đề 2010; 2011 và 2012. Thực tế là trong cả nước chỉ có vài học sinh đạt điểm 10 môn vật lí. Các câu hỏi lý thuyết ngày càng ít dần đi, thay vào đó là các câu bài tập. Vì thế để đạt điểm cao môn vật lí, không cách nào khác là các bạn phải giải thật nhiều bài tập và tìm ra một cách giải nhanh nhất và hiệu quả nhất. Với mong muốn là cùng các bạn luôn sát cánh bên nhau trong quá trình ôn thi đại học, chúng tôi đã biên soạn hai cuốn sách:

CẨM NANG LUYỆN THI ĐẠI HỌC VẬT LÍ

TẬP 1 VÀ TẬP 2

Cuốn sách được biên soạn nhằm mục đích chính là giúp các bạn có điểm cao môn vật lí và đậu các trường đại học danh tiếng. Hệ thống bài tập được giải theo từng chuyên đề và được giải rất chi tiết tất cả các bài nêu ra trong sách. Các bài tập trong sách chủ yếu là các bài trong các đề thi thử của các trường chuyên trong cả nước năm 2012 như: Chuyên Sư Phạm 1 Hà Nội; Chuyên ĐH Vinh; Chuyên Hà Tĩnh; Chuyên Phan Bội Châu – Nghệ An; Chuyên Lam Sơn – Thanh Hóa; Chuyên Nguyễn Huệ - Hà Đông...

Mặc dù đã đầu tư khá nhiều thời gian và công sức nhưng những hạn chế, sai sót là không thể tránh khỏi. Rất mong được sự đóng góp chia sẻ của các thầy, cô giáo và các em học sinh để cuốn sách ngày càng hoàn thiện hơn trong những lần tái bản sau.

Nhà sách Khang Việt xin trân trọng giới thiệu đến Quý độc giả và xin lắng nghe mọi ý kiến đóng góp, để cuốn sách ngày càng hay hơn, bổ ích hơn.

Thư xin gửi về:

Cty TNHH Một Thành Viên – Dịch Vụ Văn Hóa Khang Việt.
71, Đinh Tiên Hoàng, P. Đakao. Quận 1, TP. HCM
Tel: (08) 39115694 – 39111969 – 39111968 – 39105797 – Fax: (08) 39110880
Hoặc Email: khangvietbookstore@yahoo.com.vn

Trân trọng

Lê Văn Vinh

Chương I: DAO ĐỘNG CƠ

Chuyên đề 1:

DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA VÀ CON LẮC LÒ XO

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. *Dao động điều hòa:*

* *Dao động cơ, dao động tuần hoàn*

+ Dao động cơ là chuyển động qua lại của vật quanh vị trí cân bằng.
+ Dao động tuần hoàn là dao động mà sau những khoảng thời gian bằng nhau, gọi là chu kì, vật trở lại vị trí cũ theo hướng cũ.

* *Dao động điều hòa*

+ Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm côsin (hay sin) của thời gian.
+ Phương trình dao động: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.
+ Điểm P dao động điều hòa trên một đoạn thẳng luôn luôn có thể được coi là hình chiếu của một điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn có đường kính là đoạn thẳng đó.

* *Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà*

Trong phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì:

+ A là biên độ dao động, đó là giá trị cực đại của li độ x; đơn vị m, cm. A luôn luôn dương.
+ $(\omega t + \varphi)$ là pha của dao động tại thời điểm t; đơn vị rad.
+ φ là pha ban đầu của dao động; đơn vị rad.
+ ω trong phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ là tần số góc của dao động điều hòa; đơn vị rad/s.
+ Chu kì T của dao động điều hòa là khoảng thời gian để thực hiện một dao động toàn phần; đơn vị giây (s).
+ Tần số f của dao động điều hòa là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây; đơn vị héc (Hz).
+ Liên hệ giữa ω, T và f: $\omega = \frac{2\pi}{t} = 2\pi f$.

Các đại lượng biên độ A và pha ban đầu φ phụ thuộc vào cách kích thích ban đầu làm cho hệ dao động, còn tần số góc ω (chu kì T, tần số f) chỉ phụ thuộc vào cấu tạo của hệ dao động.

* *Vận tốc và gia tốc của vật dao động điều hoà*

+ Vận tốc là đạo hàm bậc nhất của li độ theo thời gian:

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$$

Vận tốc của vật dao động điều hòa biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha hơn $\frac{\pi}{2}$ so với với li độ.

Vị trí biên ($x = \pm A$), $v = 0$. Vị trí cân bằng ($x = 0$), $|v| = v_{max} = \omega A$.

+ Gia tốc là đạo hàm bậc nhất của vận tốc (đạo hàm bậc 2 của li độ) theo thời gian: $a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$.

  Gia tốc của vật dao động điều hòa biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng ngược pha với li độ (sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc).

  Véc tơ gia tốc của vật dao động điều hòa luôn hướng về vị trí cân bằng, có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ.

- Ở vị trí biên ($x = \pm A$), gia tốc có độ lớn cực đại: $a_{max} = \omega^2 A$.
- Ở vị trí cân bằng ($x = 0$), gia tốc bằng 0.

+ Lực tác dụng lên vật dao động điều hòa $F = ma = -kx$ luôn hướng về vị trí cân bằng, gọi là lực kéo về.

+ Đồ thị dao động điều hòa (li độ, vận tốc, gia tốc) là đường hình sin, vì thế người ta còn gọi dao động điều hòa là dao động hình sin.

+ Phương trình dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ là nghiệm của phương trình $x'' + \omega^2 x = 0$. Đó là phương trình động lực học của dao động điều hòa.

2. Con lắc lò xo:

Con lắc lò xo gồm một lò xo có độ cứng k, khối lượng không đáng kể, một đầu gắn cố định, đầu kia gắn với vật nặng khối lượng m được đặt theo phương ngang hoặc treo thẳng đứng.

* ***Phương trình dao động:*** $x = A\cos(\omega t + \varphi)$; với: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$; $A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2}$;

φ xác định theo phương trình $\cos\varphi = \frac{x_0}{A}$; (lấy nghiệm (–) nếu $v_0 > 0$; lấy nghiệm (+) nếu $v_0 < 0$).

* ***Chu kỳ, tần số của con lắc lò xo:*** $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$.

* ***Năng lượng của con lắc lò xo:***

+ Động năng: $W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$.

  Thế năng: $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$.

+ Cơ năng: $W = W_t + W_đ = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ = hằng số.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP

Dạng 1. NHẬN BIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG

1. Kiến thức cần nhớ:

– Phương trình chuẩn:

$x = A\cos(\omega t + \varphi)$; $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$; $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi)$

– Công thức : $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

2. Phương pháp:

a. Xác định A, φ, ω.........

– Đưa các phương trình về dạng chuẩn nhờ các công thức lượng giác.

– So sánh với phương trình chuẩn để suy ra: A, φ, ω..........

b. Suy ra cách kích thích dao động :

– Thay t = 0 vào các phương trình $\begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \\ v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_0 \\ v_0 \end{cases}$

⇒ Cách kích thích dao động.

3. Phương trình đặc biệt

– $x = a \pm A\cos(\omega t + \varphi)$ với a = const

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{Biên độ: } A \\ \text{Tọa độ VTCB: } x = A \\ \text{Tọa độ vị trí biên: } x = a \pm A \end{cases}$$

– $x = a \pm A\cos^2(\omega t + \varphi)$ với a = const

⇒ Biên độ: $\frac{A}{2}$; $\omega' = 2\omega$; $\varphi' = 2\varphi$.

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Chọn phương trình biểu thị cho dao động điều hòa :

A. $x = A(t)\cos(\omega t + b)$ (cm)
B. $x = A\cos(\omega t + \varphi(t))$ (cm)
C. $x = A\cos(\omega t + \varphi) + b$ (cm)
D. $x = A\cos(\omega t + bt)$ (cm)

Trong đó A, ω, b là những hằng số. Các lượng A(t), φ(t) thay đổi theo thời gian.

Phân tích: Đây là bài toán làm quen với dạng phương trình dao động điều hòa vì thế chỉ cần so sánh với phương trình chuẩn là có ngay đáp án.

Hướng dẫn giải

So sánh với phương trình chuẩn và phương trình dạng đặc biệt ta có

$x = A\cos(\omega t + \varphi) + b$.(cm). *Chọn C.*

Ví dụ 2: Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\sin(\omega t)$.

Pha ban đầu của dao động bằng bao nhiêu ?

A. 0. B. $\pi/2$. C. π. D. 2π.

Phân tích: *Bài toán xác định các đại lượng trong phương trình. Nếu phương trình chưa ở dạng chuẩn thì cần chuyển về dạng chuẩn rồi chỉ cần đối chiếu với phương trình chuẩn là có ngay đáp án.*

Hướng dẫn giải

Đưa phương pháp x về dạng chuẩn:

$x = A\sin(\omega t) = A\cos(\omega t - \pi/2)$ suy ra $\varphi = -\pi/2$. ***Chọn B.***

Ví dụ 3: Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos\omega t$. Gốc thời gian là lúc vật:

A. có li độ $x = +A$.

B. có li độ $x = -A$.

C. đi qua VTCB theo chiều dương.

D. đi qua VTCB theo chiều âm.

Phân tích: *Bài toán yêu cầu xác định vị trí và chiều mà vật bắt đầu chuyển động. Ta cần thay t = 0 vào hai phương trình li độ x (để xác định vị trí) và vận tốc v (để xác định chiều).*

Chú ý: *khi vật ở hai biên thì chỉ cần xác định vị trí còn vận tốc lúc này bằng không*

Hướng dẫn giải

Thay t = 0 vào x, ta được : $x = A\cos\omega.0 = +A$

Điều này có nghĩa vật ở biên dương khi t = 0. ***Chọn A.***

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox với phương trình $x = A\sin\omega t$. Nếu chọn gốc toạ độ O tại vị trí cân bằng của vật thì gốc thời gian t = 0 là lúc vật

A. ở vị trí li độ cực đại thuộc phần dương của trục Ox.

B. qua vị trí cân bằng O ngược chiều dương của trục Ox.

C. ở vị trí li độ cực đại thuộc phần âm của trục Ox.

D. qua vị trí cân bằng O theo chiều dương của trục Ox.

Hướng dẫn giải

$$x = A\sin\omega t = A\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$\varphi = -\frac{\pi}{2} < 0 \Rightarrow$ vật qua vị trí cân bằng theo chiều (+). ***Chọn D***

Câu 2: Một chất điểm dao động điều hoà trên trục Ox theo phương trình $x = 5\cos4\pi t$ (x tính bằng cm, t tính bằng s). Tại thời điểm t = 5s, vận tốc của chất điểm này có giá trị bằng

A. -20π cm/s. B. 0 cm/s. C. 5 cm/s. D. 20π cm/s.

Hướng dẫn giải

$x = 5\cos 4\pi t \Rightarrow v = -20\pi\sin 4\pi t$

$t = 5 \Rightarrow v = -20\pi\sin 4\pi.5 = 0 \Rightarrow$ ***Chọn B***

Câu 3: Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = 4\cos(10\pi t + \frac{\pi}{6})\text{cm}$. Vào thời điểm $t = 0$ vật đang ở đâu và di chuyển theo chiều nào, vận tốc bao nhiêu?

A. $x = 2\text{cm}$, $v = -20\pi\sqrt{3}\ \text{cm/s}$, theo chiều âm.

B. $x = 2\text{cm}$, $v = 20\pi\sqrt{3}\ \text{cm/s}$, theo chiều dương.

C. $x = -2\sqrt{3}\ \text{cm}$, $v = 20\pi\ \text{cm/s}$, theo chiều dương.

D. $x = 2\sqrt{3}\ \text{cm}$, $v = -20\pi$ cm/s, theo chiều âm.

Hướng dẫn giải

$x = 4\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$; $v = -40\pi\sin\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$

$$t = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 4\cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = 4\sqrt{2} \\ v = -40\pi\sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) = 20\pi > 0 \end{cases} \Rightarrow \textit{Chọn B}$$

Dạng 2. CHU KỲ DAO ĐỘNG

1. Kiến thức cần nhớ :

- Liên quan tới số lần dao động trong thời gian t :

$T = \frac{t}{N}$; $f = \frac{N}{t}$; $\omega = \frac{2\pi N}{t}$ N – Số dao động; t – Thời gian

- Liên quan tới độ dãn Δl của lò xo :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ hay } \begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}} & \text{con lắc lò xo treo thẳng đứng} \\ T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g.\sin\alpha}} & \text{con lắc lò xo nằm nghiêng} \end{cases}$$

với: $\Delta l = |l_{cb} - l_0|$ (l_0: Chiều dài tự nhiên của lò xo)

- Liên quan tới sự thay đổi khối lượng m:

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1^2 = 4\pi^2\frac{m_1}{k} \\ T_2^2 = 4\pi^2\frac{m_2}{k} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m_3 = m_1 + m_2 \Rightarrow T_3 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_3}{k}} \Rightarrow T_3^2 = T_1^2 + T_2^2 \\ m_4 = m_1 - m_2 \Rightarrow T_4 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_4}{k}} \Rightarrow T_4^2 = T_1^2 - T_2^2 \end{cases}$$

– Liên quan tới sự thay đổi độ cướng k:

Ghép lò xo: + Nối tiếp $\dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2} \Rightarrow T^2 = T_1^2 + T_2^2$

+ Song song: $k = k_1 + k_2 \Rightarrow \dfrac{1}{T^2} = \dfrac{1}{T_1^2} + \dfrac{1}{T_2^2}$

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một chất điểm dao động điều hòa trên quỹ đạo có chiều dài 20cm và trong khoảng thời gian 3 phút nó thực hiện 540 dao động toàn phần. Tính biên độ và tần số dao động.

A.10cm; 3Hz B.20cm; 1Hz C.10cm; 2Hz D.20cm; 3Hz

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo định nghĩa:

+ Quỹ đạo chuyển động của vật dao động điều hòa là một đoạn thẳng có chiều dài S = 2A ⇒ Biên độ: $A = \dfrac{S}{2} = \dfrac{20}{2} = 10\text{cm}$

+ Tần số f của dao động điều hòa là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây; đơn vị héc (Hz).

⇒ Tần số dao động của vật:

$$f = \frac{\text{số dao động toàn phần}}{\text{thực hiện trong thời gian t}} = \frac{540}{3\text{phút}} = \frac{540}{3.60} = 3\text{Hz}$$ ⇒ *Chọn A*

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, tại vị trí cân bằng người ta thấy lò xo bị giãn 10cm. Lấy g = 10m/s². Chu kì và tần số của con lắc là:

A. $0{,}25\pi(s); \dfrac{4}{\pi}Hz$ B. $0{,}2\pi(s); \dfrac{5}{\pi}Hz$ C. $\dfrac{\pi}{10}s; \dfrac{10}{\pi}Hz$ D. $\dfrac{\pi}{2}s; \dfrac{2}{\pi}Hz$

Phân tích: Làm gì có chuyện dùng thước đo chiều dài để đo thời gian! Nhưng đó là chuyện có thật. Chỉ cần một thước đo chiều dài ta sẽ tính được chu kỳ của con lắc lò xo đặt thẳng đứng. Ta thực hiện như sau:

Hướng dẫn giải:

Chu kỳ con lắc lò xo: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

Khi lò xo treo thẳng đứng, tại vị trí cân bằng: $P = F_{dh} \Leftrightarrow mg = k\Delta\ell \Rightarrow \dfrac{m}{k} = \dfrac{\Delta\ell}{g}$

Từ đó chu kỳ con lắc lò xo (treo thẳng đứng) được tính theo công thức

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,1}{10}} = 0,2\pi(s) \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{5}{\pi}Hz \Rightarrow \textit{Chọn B}$$

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo có vật nặng $m = 200g$ dao động điều hòa. Trong 10s thực hiện được 50 dao động. Lấy $\pi^2 = 10$. Độ cứng của lò xo này là:

A. 50 N/m B. 100 N/m C. 150 N/m D. 200 N/m

Hướng dẫn giải:

Theo định nghĩa: tần số là số dao động toàn phần thực hiện trong một đơn vị thời gian:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{50\,\text{dao động}}{10\,\text{giây}} = 5Hz$$

$\Rightarrow k = \omega^2.m = (2\pi f)^2.m = (10\pi)^2.m = 1000.0,2 = 200N/m \Rightarrow$ ***Chọn D***

Ví dụ 4: Hai lò xo có chiều dài bằng nhau độ cứng tương ứng là k_1, k_2. Khi mắc vật m vào một lò xo k_1, thì vật m dao động với chu kì $T_1 = 0,6s$. Khi mắc vật m vào lò xo k_2, thì vật m dao động với chu kì $T_2 = 0,8s$. Khi mắc vật m vào hệ hai lò xo k_1 song song với k_2 thì chu kì dao động của m là.

A. 0,48s B. 0,7s C. 1,00s D. 1,4s

Phân tích: Khi hai lò xo mắc song song với nhau thì độ cứng sẽ tăng lên vì thế chu kỳ sẽ giảm xuống.

Hướng dẫn giải:

Chu kì T_1, T_2 xác định từ phương trình:

$$\begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_2}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = \dfrac{4\pi^2 m}{T_1^2} \\ k_2 = \dfrac{4\pi^2 m}{T_2^2} \end{cases} \Rightarrow k_1 + k_2 = 4\pi^2 m\frac{T_1^2 + T_2^2}{T_1^2 T_2^2}$$

k_1, k_2 ghép song song, độ cứng của hệ ghép xác định từ công thức: $k = k_1 + k_2$. Chu kì dao động của con lắc lò xo ghép

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}} = 2\pi\sqrt{m.\frac{T_1^2 T_2^2}{4\pi^2 m\left(T_1^2 + T_2^2\right)}} = \sqrt{\frac{T_1^2 T_2^2}{\left(T_1^2 + T_2^2\right)}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,6^2.0,8^2}{0,6^2 + 0,8^2}} = 0,48(s) \Rightarrow \textit{Chọn A}$$

Ví dụ 5: Một vật khối lượng $m = 500g$ treo vào một lò xo có độ cứng k treo thẳng đứng thì con lắc dao động với chu kì $T = 0,314s$. Khi treo thêm một gia trọng khối lượng $\Delta m = 50g$ thì con lắc dao động với chu kì:

A. 0,628s B. 0,2s C. 0,33s D. 0,565s

Hướng dẫn giải:

Chu kỳ của vật khi vật có khối lượng m và m + Δm là:

$$\begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} \\ T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{m+\Delta m}{k}} \end{cases} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m+\Delta m}{m}} = \sqrt{\frac{500+50}{550}} = \sqrt{\frac{11}{10}}$$

$$\Rightarrow T' = T.\sqrt{\frac{11}{10}} = 0,314.\sqrt{\frac{11}{10}} = 0,33s \Rightarrow \textit{Chọn C}$$

Ví dụ 6: Ba vật $m_1 = 400g$, $m_2 = 500g$ và $m_3 = 700g$ được móc nối tiếp nhau vào một lò xo (m_1 nối với lò xo, m_2 nối với m_1, và m_3 nối với m_2). Khi bỏ m_3 đi, thì hệ dao động với chu kỳ $T_1 = 3(s)$. Hỏi chu kỳ dao động của hệ khi chưa bỏ m_3 đi (T) và khi bỏ cả m_3 và m_2 đi (T_2) lần lượt là bao nhiêu:

A. $T = 2(s)$, $T_2 = 6(s)$ B. $T = 4(s)$, $T_2 = 2(s)$

C. $T = 2(s)$, $T_2 = 4(s)$ D. $T = 6(s)$, $T_2 = 1(s)$

Hướng dẫn giải

+ Bỏ $m_3 \Rightarrow m_{12} = m_1 + m_2 = 0,9kg \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_{12}}{k}} \Rightarrow k = 4N/m$

+ Chưa bỏ $m_3 \Rightarrow m_{123} = m_1 + m_2 + m_3 = 1,6kg \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_{123}}{k}} = 4s$

+ Bỏ m_2 và $m_3 \Rightarrow m_1 = 0,4kg \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_1}{k}} = 2s \Rightarrow$ *Chọn B*

Ví dụ 7: Khi gắn quả cầu m_1 vào lò xo thì nó dao động với chu kì $T_1 = 0,4s$. Khi gắn quả cầu m_2 vào lò xo đó thì nó dao động với chu kì $T_2 = 0,9s$. Chu kì của con lắc khi gắn quả cầu có khối lượng $m = \sqrt{m_1.m_2}$ vào lò xo là :

A. 0,18s B. 0,25s C. 0,6s D. 0,36s

Hướng dẫn giải

$$\begin{cases} \begin{cases} T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_1}{k}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_2}{k}} \end{cases} \Rightarrow T_1.T_2 = 4\pi^2\dfrac{\sqrt{m_1m_2}}{k} \\ T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\sqrt{m_1m_2}}{k}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\dfrac{\sqrt{m_1m_2}}{k} \end{cases}$$

$$\Rightarrow T^2 = T_1.T_2 \Rightarrow T = \sqrt{T_1T_2} = 0,6s \Rightarrow \textit{Chọn C}$$

Ví dụ 8: Hai con lắc dao động điều hoà độ cứng bằng nhau nhưng khối lượng các vật hơn kém nhau 90g. Trong cùng 1 khoảng thời gian con lắc 1 thực hiện 12 dao động trong khi con lắc 2 thực hiện 15 dao động. Khối lượng các vật nặng của 2 con lắc là

A. 450g và 360g. B. 270g và 180g.

C. 250g và 160g. D. 210g và 120g.

Hướng dẫn giải

Theo bài ra ta có: $N_1 = 12$, $N_2 = 15 \Rightarrow N_1 < N_2 \Rightarrow T_1 > T_2$

$\Rightarrow m_1 > m_2 \Rightarrow m_1 = m_2 + 90$ (1)

Lập tỉ số chu kỳ của con lắc 1 và con lắc 2 ta có:

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \frac{\frac{\Delta t}{12}}{\frac{\Delta t}{15}} = \frac{15}{12} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{225}{144} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow m_2 = 160g$ và $m_1 = 250g \Rightarrow$ *Chọn C*

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Treo một vật có khối lượng m vào một lò xo có độ cứng k thì vật dao động với chu kì 0,4s. Nếu treo thêm gia trọng $\Delta m = 90g$ vào lò xo thì hệ vật và gia trọng dao động với chu kì 0,5s. Cho $\pi^2 = 10$. Lò xo đã cho có độ cứng là:

A. 4 N/m B. 100N/m C. 40N/m D. 90N/m

Hướng dẫn giải

$$\left.\begin{array}{l} T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} \\ T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{m+\Delta m}{k}} \end{array}\right\} \begin{array}{l} \Rightarrow \dfrac{T'}{T} = \sqrt{\dfrac{m+\Delta m}{m}} = \sqrt{\dfrac{0,5}{0,4}} = \sqrt{\dfrac{5}{4}} \\ \Rightarrow \dfrac{m+\Delta m}{m} = \dfrac{5}{4} \Rightarrow m = 4\Delta m = 360g = 0,36kg \end{array}$$

$$\Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 40N/m. \text{ Chọn C}$$

Câu 2: Một con lắc lò xo có vật nặng khối lượng m dao động điều hòa với chu kì T. Muốn chu kì giảm đi một nửa thì phải thay vật m bằng vật khác có khối lượng m′ bằng:

A. $m' = 0,25m$ B. $m' = 0,5m$ C. $m' = 2m$ D. $m' = 4m$

Hướng dẫn giải

$$\left\{\begin{array}{l} T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} \\ T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{m'}{k}} \end{array}\right. \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}} = \frac{1}{2} \Rightarrow m' = 0,25m. \text{ Chọn A}$$

Câu 3: Một vật có khối lượng m = 49g treo vào một lò xo thẳng đứng thì tần số dao động điều hoà là 20Hz. Treo thêm vào lò xo vật khối lượng m′ = 15g thì tần số dao động của hệ là

A. 35Hz. B. 17,5Hz. C. 12,5Hz. D. 35Hz.

Hướng dẫn giải

$$\frac{f'}{f}=\sqrt{\frac{m}{m+m'}}=\sqrt{\frac{49}{49+15}}=\frac{7}{8}\Rightarrow f'=\frac{7}{8}f=17{,}5\text{Hz}$$. *Chọn B*

Câu 4: Một con lắc lò xo thẳng đứng, độ cứng k = 100N/m. Lần lượt treo vào lò xo hai quả cầu khối lượng m_1 và m_2 thì thấy trong cùng một khoảng thời gian m_1 thực hiện 3 dao động và m_2 thực hiện 9 dao động. Còn nếu treo đồng thời hai quả cầu vào lò xo thì chu kì dao động của hệ là 0,2π(s). Giá trị của m_1 và m_2 là

A. m_1 = 0,3kg; m_2 = 0,9kg.

B. m_1 = 0,9kg; m_2 = 0,3kg.

C. m_1 = 0,9kg; m_2 = 0,1kg.

D. m_1 = 0,1kg; m_2 = 0,9kg.

Hướng dẫn giải

$$\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}=\frac{\frac{\Delta t}{3}}{\frac{\Delta t}{9}}=3\Rightarrow m_1=9m_2 \qquad (1)$$

Chu kỳ con lắc có vật nặng m_1+m_2:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m_1+m_2}{k}}\Rightarrow m_1+m_2=1\text{kg}=1000\text{g} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ⇒ m_1 = 900g và m_2 = 100g. *Chọn C*

Dạng 3. XÁC ĐỊNH TRẠNG THÁI DAO ĐỘNG CỦA VẬT Ở THỜI ĐIỂM t VÀ t' = t + Δt

1. *Kiến thức cần nhớ:*

– Trạng thái dao động của vật ở thời điểm t : $\begin{cases}x=A\cos(\omega t+\varphi)\\ v=-\omega A\sin(\omega t+\varphi)\\ a=-\omega^2A\cos(\omega t+\varphi)\end{cases}$

– Hệ thức độc lập: $A^2=x^2+\frac{v^2}{\omega^2}$

– Công thức: $a=\omega^2x$

– Chuyển động nhanh dần nếu $v.a>0$

– Chuyển động chậm dần nếu $v.a<0$

2. *Phương pháp:*

* Các bước giải bài toán tìm li độ, vận tốc dao động ở thời điểm t

– **Cách 1 :** *Thay t vào các phương trình :*

$$\begin{cases} x = A\cos(\omega t+\varphi) \\ v = -\omega A\sin(\omega t+\varphi) \\ a = -\omega^2 A\cos(\omega t+\varphi) \end{cases} \Rightarrow \text{ x, v, a tại t.}$$

- **Cách 2 :** *sử dụng công thức:*

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow x = \pm\sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}}\ ;\ A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow v = \pm\,\omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

* Các bước giải bài toán tìm li độ, vận tốc dao động sau (trước) thời điểm t một khoảng thời gian Δt.

- Biết tại thời điểm t vật có li độ $x = x_0$.
- Từ phương trình dao động điều hoà: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ cho $x = x_0$
- Lấy nghiệm: $\omega t + \varphi = \alpha$ với $0 \le \alpha \le \pi$ ứng với x đang giảm (vật chuyển động theo chiều âm vì $v < 0$) hoặc $\omega t + \varphi = -\alpha$ ứng với x đang tăng (vật chuyển động theo chiều dương)
- Li độ và vận tốc dao động sau (trước) thời điểm đó Δt giây là :

$$\begin{cases} x = A\cos(\pm\omega\Delta t + \alpha) \\ v = -\omega A\sin(\pm\omega\Delta t + \alpha) \end{cases} \text{ hoặc } \begin{cases} x = A\cos(\pm\omega\Delta t - \alpha) \\ v = -\omega A\sin(\pm\omega\Delta t - \alpha) \end{cases}$$

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Phương trình dao động của một vật là: $x = 6\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})$ (cm), với x tính bằng cm, t tính bằng s. Xác định li độ, vận tốc và gia tốc của vật khi $t = 0{,}25$ s.

A. $x = -3\sqrt{3}$ (cm); $v = 37{,}8$ (cm/s); $a = -820{,}5$ (cm/s²).

B. $x = -3\sqrt{3}$ (cm); $v = 38{,}7$ (cm/s); $a = -820{,}5$ (cm/s²).

C. $x = 3\sqrt{3}$ (cm); $v = 37{,}8$ (cm/s); $a = -820{,}5$ (cm/s²).

D. $x = 3\sqrt{3}$ (cm); $v = 37{,}8$ (cm/s); $a = 820{,}5$ (cm/s²).

Phân tích bài toán: Đây là bài toán mang tính làm quen với dao động điều hòa, với bài toán này chỉ cần thay t vào phương trình li độ, vận tốc và gia tốc là ta có ngay đáp số

Hướng dẫn giải

Thay $t = 0{,}25$ s vào phương trình li độ ta có:

$$x = 6\cos(4\pi.0{,}25 + \frac{\pi}{6}) = 6\cos\frac{7\pi}{6} = -3\sqrt{3} \text{ (cm).}$$

Thay $t = 0{,}25$ s vào phương trình vận tốc ta có:

$$v = x' = -6.4\pi\sin(4\pi t + \frac{\pi}{6}) = -6.4\pi\sin\frac{7\pi}{6} = 37{,}8 \text{ (cm/s);}$$

Thay $t = 0{,}25$ s vào phương trình gia tốc ta có:

$a = -\omega^2 x = -(4\pi)^2.\,3\sqrt{3} = -820{,}5$ (cm/s²) ⇒ *Chọn A*

Ví dụ 2: Một vật nhỏ khối lượng 100 g dao động điều hòa trên quỹ đạo thẳng dài 20 cm với tần số góc 6 rad/s. Tính vận tốc cực đại và gia tốc cực đại của vật.

A. $v_{max} = 0{,}6$ m/s ; $a_{max} = 3{,}6$ m/s^2.
B. $v_{max} = 0{,}8$ m/s ; $a_{max} = 3{,}6$ m/s^2.
C. $v_{max} = 0{,}6$ m/s ; $a_{max} = 4{,}6$ m/s^2.
D. $v_{max} = 0{,}8$ m/s ; $a_{max} = 4{,}6$ m/s^2.

Phân tích bài toán: *Bài toán nói về quỹ đạo chuyển động L, ta đừng có nhầm lẫn đáng tiếc nhé. Quỹ đạo của vật dao động điều hòa là một đoạn thẳng tương ứng với vật chuyển động từ biên này qua biên kia với L =2A, không phải là đường hình sin hay cosin.*

Hướng dẫn giải

Biên độ của vật: $A = \frac{L}{2} = \frac{20}{2} = 10$ (cm) $= 0{,}1$ (m).

Vận tốc cực đại của vật:

$v_{max} = \omega A = 0{,}6$ m/s (khi vật qua vị trí cân bằng theo chiều âm)

Gia tốc cực đại của vật: $a_{max} = \omega^2 A = 3{,}6$ m/s^2.(khi vật ở biên độ âm). ***Chọn A***

Ví dụ 3: Chọn câu sai. Một vật dao động điều hòa với tần số góc ω, biên độ A. Khi vật ở vị trí có li độ x, vật có vận tốc v. Công thức liên hệ giữa các đại lượng đó là:

A. $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$.
B. $x = \pm\sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}}$.
C. $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$.
D. $\omega = \pm\sqrt{\frac{v^2}{A^2 - x^2}}$.

Phân tích bài toán:

Nhìn vào đáp án của bài toán, dễ dàng nhận ra các đại lượng được suy ra từ hệ thức độc lập. Như vậy chúng ta phải biết được tính chất của từng đại lượng:

+ *li độ x là khoảng cách từ gốc tọa độ (VTCB) đến vị trí của vật tại thời điểm t đang xét. Giá trị* $-A \le x \le A$
+ *A là biên độ dao động, đó là giá trị cực đại của li độ x; đơn vị m, cm. A luôn luôn dương.*
+ *tần số góc ω là hằng số dương, đặc trưng cho sự biến thiên nhanh hay chậm của các trạng thái chuyển động của dao động điều hòa; đơn vị rad/s*
+ *vận tốc v là một đại lượng vecto nên nhận cả các giá trị:* $-\omega A \le v \le \omega A$

Hướng dẫn giải

A. $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$ đúng vì biên độ là hằng số dương (A > 0)

B. $x = \pm\sqrt{A^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$ đúng vì ;I độ có thể âm họac dương

C. $v = \pm\sqrt{A^2 - x^2}$ đúng vì vận tốc có thể âm hoặc dương

D. $\omega = \pm\sqrt{\dfrac{v^2}{A^2 - x^2}}$ sai vì tần góc luôn dương ($\omega > 0$)

⇒ ***Chọn D***

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hoà khi có li độ $x_1 = 2cm$ thì vận tốc $v_1 = 4\pi\sqrt{3}$ cm/s, khi có li độ $x_2 = 2\sqrt{2}cm$ thì có vận tốc $v_2 = 4\pi\sqrt{2}cm/s$. Lấy $\pi^2 = 10$, biên độ và tần số của dao động là:

A. 4cm và 1Hz. B. 8cm và 2Hz.

C. $4\sqrt{2}$cm và 2Hz. D. Đáp án khác.

Phân tích bài toán: *Áp dụng hệ thức độc lập cho hai vị trí li độ x₁ và x₂ và sau đó ta thu được hệ phương trình bậc nhất hai ẩn số* A^2 *và* $\dfrac{1}{\omega^2}$. *Nên sử dụng máy tính để giải hệ phương trình trên cho nhanh.*

Hướng dẫn giải

$$\begin{cases} A^2 = x_1^2 + \dfrac{v_1^2}{\omega^2} \\ A^2 = x_2^2 + \dfrac{v_2^2}{\omega^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A^2 - \dfrac{v_1^2}{\omega^2} = x_1^2 \\ A^2 - \dfrac{v_2^2}{\omega^2} = x_2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A^2 - \dfrac{\left(4\pi\sqrt{3}\right)^2}{\omega^2} = 2^2 \\ A^2 - \dfrac{\left(4\pi\sqrt{2}\right)^2}{\omega^2} = \left(2\sqrt{2}\right)^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A^2 = 16 \\ \dfrac{1}{\omega^2} = \dfrac{1}{40} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4cm \\ \omega = 2\pi \Rightarrow f = 1Hz \end{cases}$$ ⇒ ***Chọn A***

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một vật dao động điều hoà trên quỹ đạo dài 40 cm. Khi ở vị trí có li độ x = 10 cm vật có vận tốc $20\pi\sqrt{3}$ cm/s. Tính vận tốc và gia tốc cực đại của vật.

A. $v_{max} = 0{,}4\pi$ m/s; $a_{max} = 6$ m/s². B. $v_{max} = 0{,}4\pi$ m/s; $a_{max} = 8$ m/s².

C. $v_{max} = 0{,}6\pi$ m/s; $a_{max} = 6$ m/s². D. $v_{max} = 0{,}6\pi$ m/s; $a_{max} = 8$ m/s².

Phân tích bài toán: *bài toán cho A, x, v bắt ta tìm gí trị lớn nhất của vận tốc v và gia tốc a vì thế cần tìm tần số góc ω. Ở đây chúng ta không thấy biến số thời gian trong bài toán này. Điều này gợi ý cho chúng ta nhớ đến hệ thức độc lập theo thời gian:* $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}$ *sẽ giải quyết được bài toán ngay.*

Hướng dẫn giải

Biên độ dao động của vật: $A = \dfrac{L}{2} = \dfrac{40}{2} = 20$ (cm)

Áp dụng hệ thức độc lập $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow \omega = \dfrac{v}{\sqrt{A^2 - x^2}} = 2\pi\, rad/s$

Từ đó ta dễ dàng tính được:

$v_{max} = \omega A = 2\pi.20 = 40\pi$ cm/s và $a_{max} = \omega^2 A = 800$ cm/s². *Chọn B*

Câu 2: Một chất điểm dao động điều hoà với chu kì 0,314 s và biên độ 8 cm. Tính vận tốc của chất điểm khi nó đi qua vị trí cân bằng và khi nó đi qua vị trí có li độ 5 cm.

A. ± 12,5 cm/s. B. –125 cm/s. C. 125 cm/s. D. ± 125 cm/s.

Phân tích bài toán:

Vận tốc của chất điểm khi qua một vị trí bất kỳ thì ta áp dụng hệ thức độc lập rồi suy ra vận tốc.

$A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$. Vì thế cần tìm ω, A và x

Hướng dẫn giải

Theo đề: A = 8cm

Tần số góc dao động của chất điểm: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \dfrac{2.3,14}{0,314} = 20(\text{rad/s})$

Tại vị trí cân bằng $x = 0$ thay vào $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} \Rightarrow v = \pm\omega A = \pm 160$ cm/s.

Tại vị trí $x = 5$ cm thay vào $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pm 125$ cm/s. *Chọn D*

Câu 3: Một vật dao động điều hòa với biên độ A, quanh vị trí cân bằng O. Khi vật đi qua vị trí M cách O một đoạn x_1 thì vận tốc vật là v_1; khi vật đi qua vị trí N cách O đoạn x_2 thì vận tốc vật là v_2. Biên độ dao động của vật bằng A.

A. $A = \sqrt{\dfrac{v_1^2x_2^2 + v_2^2x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}}$ B. $A = \sqrt{\dfrac{v_1^2x_2^2 - v_2^2x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}}$

C. $A = \sqrt{\dfrac{v_1^2x_2^2 - v_2^2x_1^2}{v_1^2 + v_2^2}}$ D. $A = \sqrt{\dfrac{v_1^2x_2^2 + v_2^2x_1^2}{v_1^2 + v_2^2}}$.

Phân tích bài toán: *Đây là bài toán mang tính tổng quát về dạng toán áp dụng hệ thức độc lập*

Hướng dẫn giải

Hệ thức độc lập theo thời gian: $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}$

Áp dụng tại hai điểm O và M, ta có được:

$$\begin{cases} \text{Tại O}: A^2 = x_1^2 + \dfrac{v_1^2}{\omega^2} \\ \text{Tại M}: A^2 = x_2^2 + \dfrac{v_2^2}{\omega^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \omega^2 = \dfrac{v_1^2}{A^2 - x_1^2} \\ \omega^2 = \dfrac{v_2^2}{A^2 - x_2^2} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{v_2^2}{A^2 - x_2^2} = \dfrac{v_1^2}{A^2 - x_1^2}$$

$\Rightarrow v_2^2A^2 - v_2^2x_1^2 = v_1^2A^2 - v_1^2x_1^2 \Rightarrow A = \sqrt{\dfrac{v_1^2x_2^2 - v_2^2x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}}$. *Chọn B*

Dạng 4. XÁC ĐỊNH THỜI ĐIỂM VẬT ĐI QUA LI ĐỘ x_0, VẬN TỐC VẬT ĐẠT GIÁ TRỊ v_0

1. *Kiến thức cần nhớ:*

- Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ cm
- Phương trình vận tốc có dạng : $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$ cm/s.

2. *Phương pháp :*

a Khi vật qua li độ x_0 thì :

$$x_0 = A\cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow \cos(\omega t + \varphi) = \frac{x_0}{A} = \cos b \Rightarrow \omega t + \varphi = \pm b + k2\pi$$

* $t_1 = \frac{b-\varphi}{\omega} + \frac{k2\pi}{\omega}$ (s) với $k \in N$ khi $b - \varphi > 0$ ($v < 0$) vật qua x_0 theo chiều âm;

* $t_2 = \frac{-b-\varphi}{\omega} + \frac{k2\pi}{\omega}$ (s) với $k \in N^*$ khi $-b - \varphi < 0$ ($v > 0$) vật qua x_0 theo chiều dương.

Kết hợp với điều kiện của bai toán ta loại bớt đi một nghiệm.

Lưu ý : Ta có thể dựa vào "mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều". Thông qua các bước sau

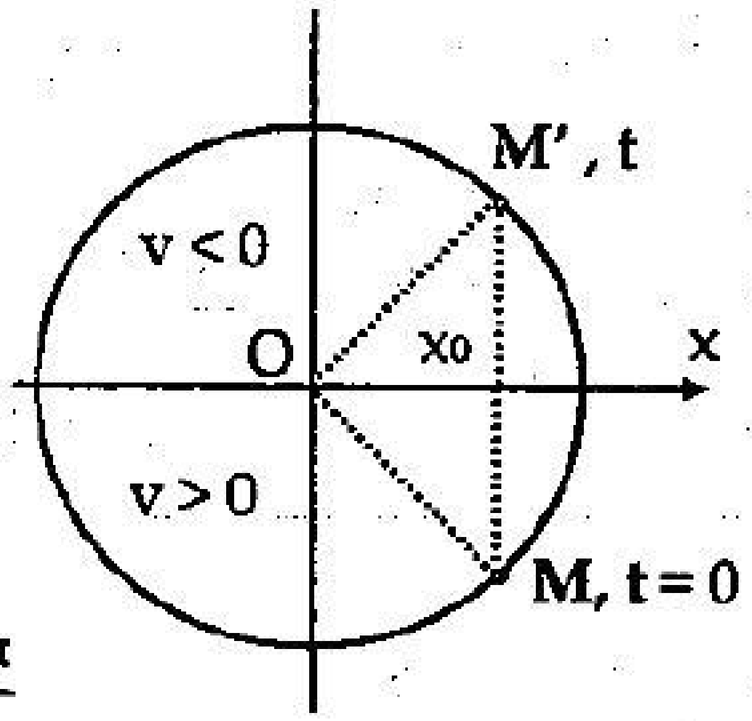
* Bước 1: Vẽ đường tròn có bán kính R = A (biên độ) và trục Ox nằm ngang

* Bước 2: – Xác định vị trí vật lúc t = 0 thì $\begin{cases} x_0 = ? \\ v_0 = ? \end{cases}$

– Xác định vị trí vật lúc t (x_t đã biết)

* Bước 3 : Xác định góc quét $\Delta\phi = \widehat{MOM'} = ?$

* Bước 4 : $\begin{cases} T \to 360^0 \\ t = ? \to \Delta\varphi \end{cases} \Rightarrow t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{360^0}T$



b Khi vật đạt vận tốc v_0 thì:

$v_0 = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow \sin(\omega t + \phi) = -\frac{v_0}{A\omega} = \sin b$

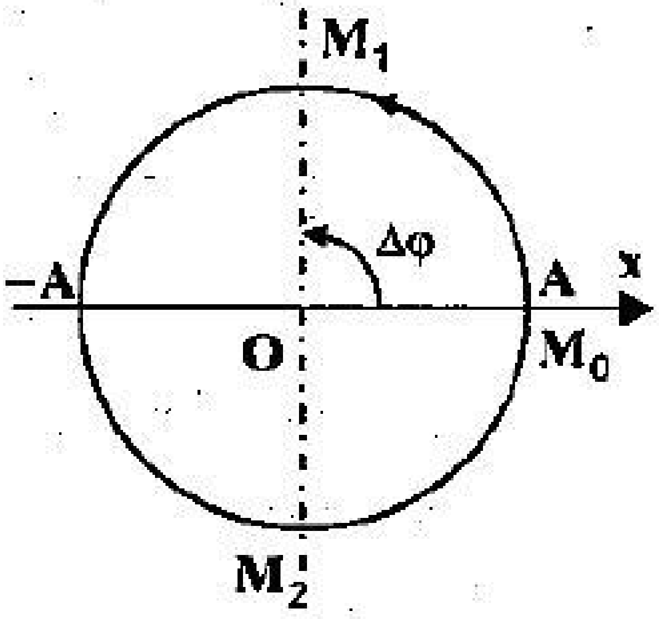
$$\Rightarrow \begin{cases} \omega t + \varphi = b + k2\pi \\ \omega t + \varphi = (\pi - b) + k2\pi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{b-\varphi}{\omega} + \frac{k2\pi}{\omega} \\ t_2 = \frac{\pi - d - \varphi}{\omega} + \frac{k2\pi}{\omega} \end{cases}$$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 11: Một vật dao động điều hoà với phương trình x = 8cos(2πt) cm. Thời điểm thứ nhất vật đi qua vị trí cân bằng là :

A) $\frac{1}{4}$s. B) $\frac{1}{2}$s C) $\frac{1}{6}$s D) $\frac{1}{3}$s

Hướng dẫn giải



Vật qua VTCB:

$x = 0 \Rightarrow 2\pi t = \frac{\pi}{2} + k2\pi$

$\Rightarrow t = \frac{1}{4} + k$ với $k \in N$

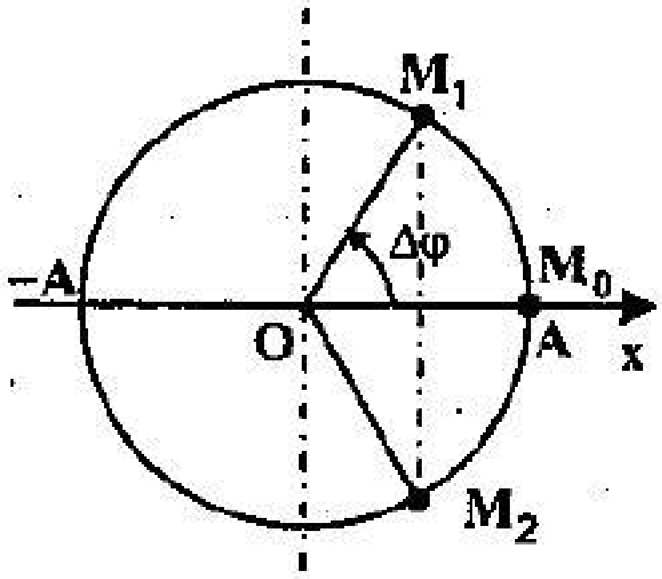
Thời điểm thứ nhất ứng với $k = 0 \Rightarrow t = 1/4$ (s)

$\Rightarrow$ *Chọn A.*

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = 8\cos 10\pi t$. Thời điểm vật đi qua vị trí $x = 4$ lần thứ 2009 kể từ thời điểm bắt đầu dao động là

A. $\frac{6025}{30}$(s). B. $\frac{6205}{30}$(s) C. $\frac{6250}{30}$(s) D. $\frac{6,025}{30}$(s)

Hướng dẫn giải:



- Lúc $t = 0 : x_0 = 8$cm, $v_0 = 0$
- Vật qua $x = 4$ là qua M_1 và M_2.

  Vật quay 1 vòng (1chu kỳ) qua $x = 4$ là 2 lần.

  Qua lần thứ 2009 thì phải quay 1004 vòng rồi đi từ M_0 đến M_1.

  Góc quét

$\Delta\varphi = 1004.2\pi + \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = (1004 + \frac{1}{6}).0,2 = \frac{6025}{30}$s $\Rightarrow$ *Chọn : A*

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hoà với li độ $x = 4\cos\left(0,5\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$(cm) trong đó t tính bằng (s). Vào thời điểm nào sau đây vật đi qua vị trí $x = 2\sqrt{3}$ cm theo chiều dương của trục toạ độ:

A.$t = 1$(s) B.$t = 2$(s) C.$t = 5\frac{1}{3}$ (s) D.$t = \frac{1}{3}$ (s)

Hướng dẫn giải

Cách 1: Vật đi qua vị trí $x = 2\sqrt{3}$ cm theo chiều dương thỏa mãn:

$$\begin{cases} x = 4\cos\left(0,5\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) = 2\sqrt{3} \\ v = -2\pi\sin\left(0,5\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) > 0 \end{cases}$$

Chọn nghiệm: $0,5\pi t - \frac{5\pi}{6} = -\frac{\pi}{6} + k2\pi \Rightarrow t = \frac{4}{3} + 4k$ với $k = 0; 1; 2...$

Thời điểm đầu tiên vật qua vị trí $x = 2\sqrt{3}$ theo chiều dương khi $k = 0$.

$\Rightarrow t_1 = \frac{4}{3}$

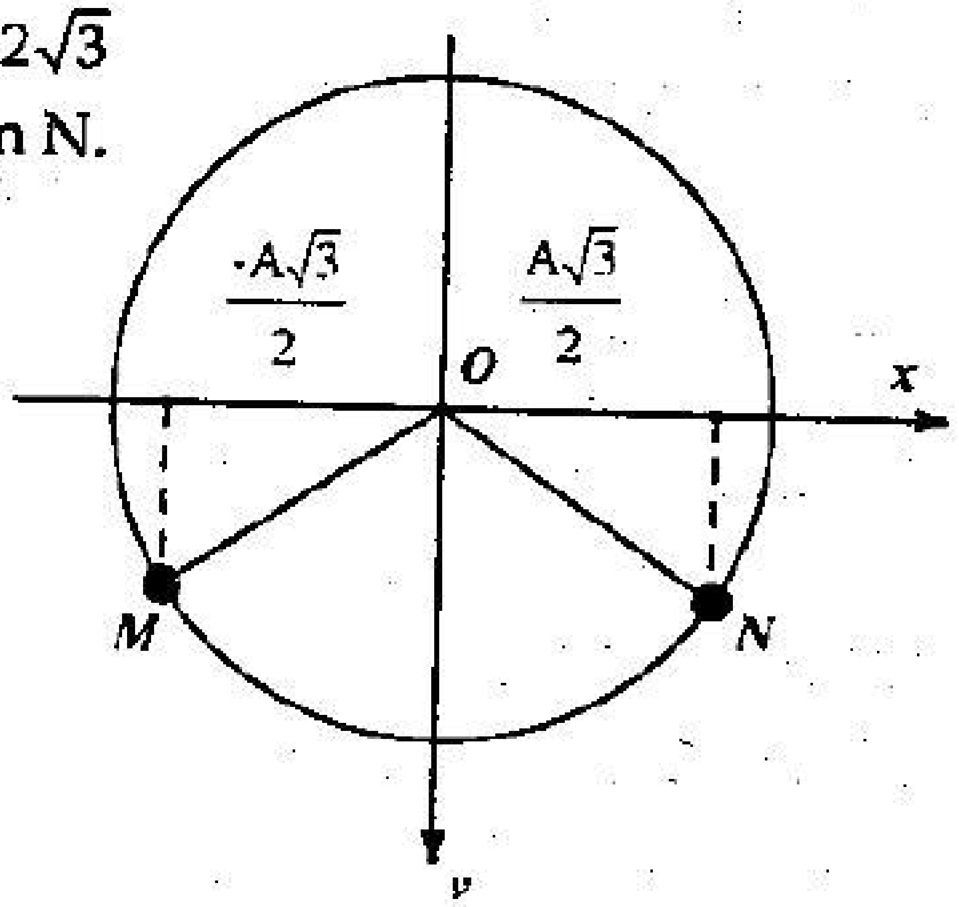
Thời điểm thứ hai vật qua vị trí $x = 2\sqrt{3}$ theo chiều dương khi $k = 1$.

$\Rightarrow t_2 = \frac{4}{3} + 4.1 = \frac{16}{3} = 5\frac{1}{3} \Rightarrow$ *Chọn C.*

Cách 2: **Sử dụng vòng tròn lượng giác**

Thời điểm ban đầu vật qua vị trí $x = -2\sqrt{3}$ theo chiều dương ứng với góc $\varphi_0 = -\frac{5\pi}{6}$, trên vòng tròn là điểm M.

Thời điểm đầu tiên vật qua vị trí $x = 2\sqrt{3}$ theo chiều dương, trên vòng tròn là điểm N. Thời gian ngắn nhất vật đi từ M đến N ứng với:



$x_M = -\frac{A\sqrt{3}}{2} \Rightarrow x_N = \frac{A\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow$ từ $-\frac{A\sqrt{3}}{2} \rightarrow 0 \rightarrow x_N = \frac{A\sqrt{3}}{2}$

$t_1 = \frac{T}{6} + \frac{T}{6} = \frac{T}{3} = \frac{4}{3}$

Thời điểm thứ hai vật qua vị trí $x = -2\sqrt{3}$ theo chiều dương, từ điểm N vật đi thêm một vòng nửa.

$x_M = -\frac{A\sqrt{3}}{2} \rightarrow x_N = \frac{A\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$ từ $-\frac{A\sqrt{3}}{2} \rightarrow 0 \rightarrow x_N = \frac{A\sqrt{3}}{2}$

$t_2 = \frac{T}{3} + T = \frac{4T}{3} = \frac{4.4}{3} = \frac{16}{3} = 5\frac{1}{3}$

Tới đây đã có đáp án của bài toán. **Chọn C**

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình: $x = 5\cos(4\pi t + \pi)$ (cm). Vật đó đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương vào những thời điểm nào? Khi đó độ lớn của vật vận tốc bằng bao nhiêu?

A. 62,8 cm/s. B. 63,8 cm/s. C. 64,8 cm/s. D. 65,8 cm/s.

Phân tích bài toán:

Đây là bài toán tìm thời điểm vật qua li độ x_i nào đó khi cho phương trình dao động của vật.

Hướng dẫn giải

Khi đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì:

$$\begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5\cos(4\pi t + \pi) = 0 = \cos\left(\pm\dfrac{\pi}{2}\right) \\ -20\pi\cos(4\pi t + \pi) > 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 4\pi t + \pi = -\frac{\pi}{2} + 2k\pi \Rightarrow t = -\frac{3}{8} + 0{,}5k \text{ với } k \in \mathbb{Z}$$

Khi đó độ lớn của vật: $|v| = v_{max} = \omega A = 62{,}8$ cm/s. *Chọn A*

Câu 2: Một vật dao động điều hòa với chu kì T = 1,5 s và biên độ A = 4cm, pha ban đầu là $5\pi/6$. Tính từ lúc t = 0, vật có tọa độ $x = 2\sqrt{2}$ cm lần thứ 2013 vào thời điểm nào:

A. 1506,8786s B. 1509,6875s C. 1564,2755s D. 1507,8785s

Hướng dẫn giải

$$x = 2\sqrt{2} = \frac{A\sqrt{2}}{2}$$

Ban đầu vật nằm ở điểm M nên sau:

1T: qua 2 lần

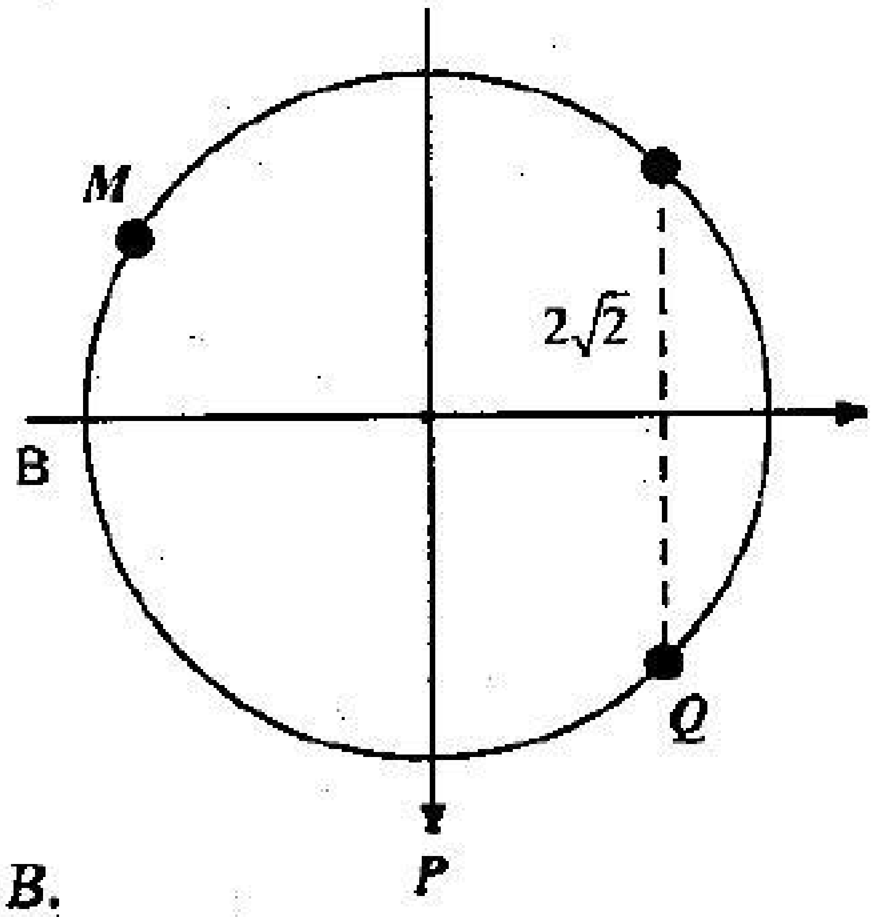
1006T: qua 2012 lần

Lần thứ 2013 vật phải đi từ M → Q

$$\Rightarrow t_{MQ} = t_{MB} + t_{Bp} + t_{pQ}$$

$$= \frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{8} = \frac{11T}{12}$$

$$\Rightarrow \Delta t = 1006T + \frac{11T}{12} = 1509{,}6875(s).$$ *Chọn B.*



Đạng 5. VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA MỘT DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

Phương pháp :

* Chọn hệ quy chiếu: - Trục Ox;
- Gốc tọa độ tại VTCB ;
- Chiều dương;
- Gốc thời gian.

* Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ (đvd)

* Phương trình vận tốc : $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$ (đvd/s)

* Phương trình gia tốc: $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi)$ (đvd/s²)

1. Tìm ω

* Đề cho : T, f, k, m, g, Δl_0

- $\omega = 2\pi f = \dfrac{2\pi}{T}$, với $T = \dfrac{\Delta t}{N}$, N – Tổng số dao động trong thời gian Δt

Nếu là con lắc lò xo: nằm ngang $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, (k: N/m; m : kg)

treo thẳng đứng $\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}}$, khi cho $\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$.

* Để cho x, v, a, A

$$\omega = \frac{v}{\sqrt{A^2 - x^2}} = \sqrt{\frac{a}{x}} = \sqrt{\frac{|a_{max}|}{A}} = \frac{|v_{max}|}{A}$$

2. ***Tìm A***

* Để cho: cho x ứng với v $\Rightarrow A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$.

- Nếu $v = 0$ (buông nhẹ) $\Rightarrow A = x$
- Nếu $v = v_{max} \Rightarrow x = 0$ $\Rightarrow A = \frac{|v_{max}|}{\omega}$

* Để cho: a_{max} $\Rightarrow A = \frac{|a_{max}|}{\omega^2}$

* Để cho: chiều dài quĩ đạo CD $\Rightarrow A = \frac{CD}{2}$.

* Để cho: lực $F_{max} = kA$. $\Rightarrow A = \frac{F_{max}}{k}$.

* Để cho : l_{max} và l_{min} của lò xo $\Rightarrow A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2}$.

* Để cho : W hoặc $W_{d_{max}}$ hoặc $W_{t_{max}}$ $\Rightarrow A = \sqrt{\frac{2W}{k}}$.

Với $W = W_{dmax} = W_{tmax} = \frac{1}{2}kA^2$.

* Để cho : l_{CB}, l_{max} hoặc l_{CB}, l_{min} $\Rightarrow A = l_{max} - l_{CB}$ hoặc $A = l_{CB} - l_{min}$.

3. ***Tìm φ*** : Dựa vào điều kiện ban đầu

* Nếu $t = 0$:

- $x = x_0,\ v = v_0 \Rightarrow \begin{cases} x_0 = A\cos\varphi \\ v_0 = -A\omega\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \frac{x_0}{A} \\ \sin\varphi = \frac{v_0}{\omega A} \end{cases} \Rightarrow \varphi = ?$
- $v = v_0;\ a = a_0 \Rightarrow \begin{cases} a_0 = -A\omega^2\cos\varphi \\ v_0 = -A\omega\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \tan\varphi = \omega\frac{v_0}{a_0} \Rightarrow \varphi = ?$
- $x_0 = 0,\ v = v_0$ (vật qua VTCB)

Lưu ý:

- Vật đi theo chiều dương thì $v > 0 \Rightarrow \sin\varphi < 0 \Rightarrow \varphi < 0$
- Vật đi theo chiều âm thì $v < 0 \Rightarrow \sin\varphi > 0 \Rightarrow \varphi > 0$
- Trước khi tính φ cần xác định rõ φ thuộc góc phần tư thứ mấy của đường tròn lượng giác
- $\sin x = \cos(x - \frac{\pi}{2})$; $-\cos x = \cos(x + \pi)$; $\cos x = \sin(x + \frac{\pi}{2})$.

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với biên độ A = 4cm và T = 2s. Chọn gốc thời gian là lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương của quỹ đạo. Phương trình dao động của vật là :

A. $x = 4\cos(2\pi t - \pi/2)$cm.
B. $x = 4\cos(\pi t - \pi/2)$cm.
C. $x = 4\cos(2\pi t + \pi/2)$cm.
D. $x = 4\cos(\pi t + \pi/2)$cm.

Hướng dẫn giải

Theo bài ra, ta có: $\omega = 2\pi/T = \pi$ rad/s và A = 4cm ⇒ loại B và D.

- Xác định pha ban đầu φ:

$$+\ t = 0: x_0 = 0,\ v_0 > 0: \begin{cases} 0 = \cos\varphi \\ v_0 = -A\omega\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \pm\frac{\pi}{2} \\ \sin\varphi < 0 \end{cases} \text{ chọn } \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

⇒ vậy phương trình dao động của vật: $x = 4\cos(2\pi t - \pi/2)$cm. *Chọn A.*

Ví dụ 2: Một lò xo đầu trên cố định, đầu dưới treo vật m. Vật dao động theo phương thẳng đứng với tần số góc $\omega = 10\pi$(rad/s). Trong quá trình dao động, độ dài lò xo thay đổi từ 18cm đến 22cm. Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống, gốc thời gian lúc lò xo có độ dài nhỏ nhất. Phương trình dao động của vật là :

A. $x = 2\cos(10\pi t + \pi)$cm.
B. $x = 2\cos(0,4\pi t)$cm.
C. $x = 4\cos(10\pi t - \pi)$cm.
D. $x = 4\cos(10\pi t + \pi)$cm.

Hướng dẫn giải

Theo bài ra, ta có: $\omega = 10\pi$(rad/s)

Biên độ dao động của vật: $A = \dfrac{l_{max} - l_{min}}{2} = 2$cm ⇒ loại B, C

- Xác định pha ban đầu φ: lò xo có độ dài nhỏ nhất ứng với vật đang ở vị trí biên trên, theo đề bài chiều dương hướng xuống nên vị trí biên trên chính là vị trí biên âm:

- $$t = 0: x_0 = -A = -2\text{cm},\ v_0 = 0: \begin{cases} -2 = 2\cos\varphi \\ 0 = \sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\varphi < 0 \\ \varphi = 0\ ;\ \pi \end{cases} \text{ chọn } \varphi = \pi$$

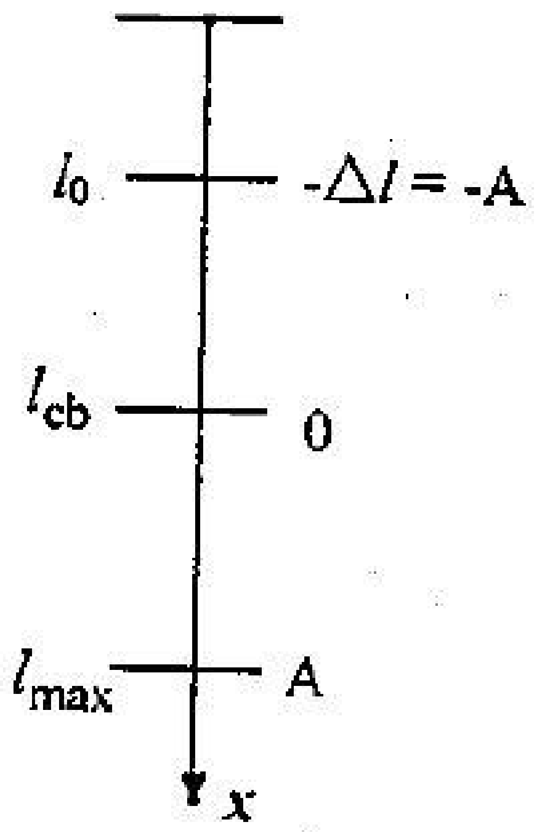
Vậy phương trình dao động của vật: $x = 2\cos(10\pi t + \pi)$cm. *Chọn A.*

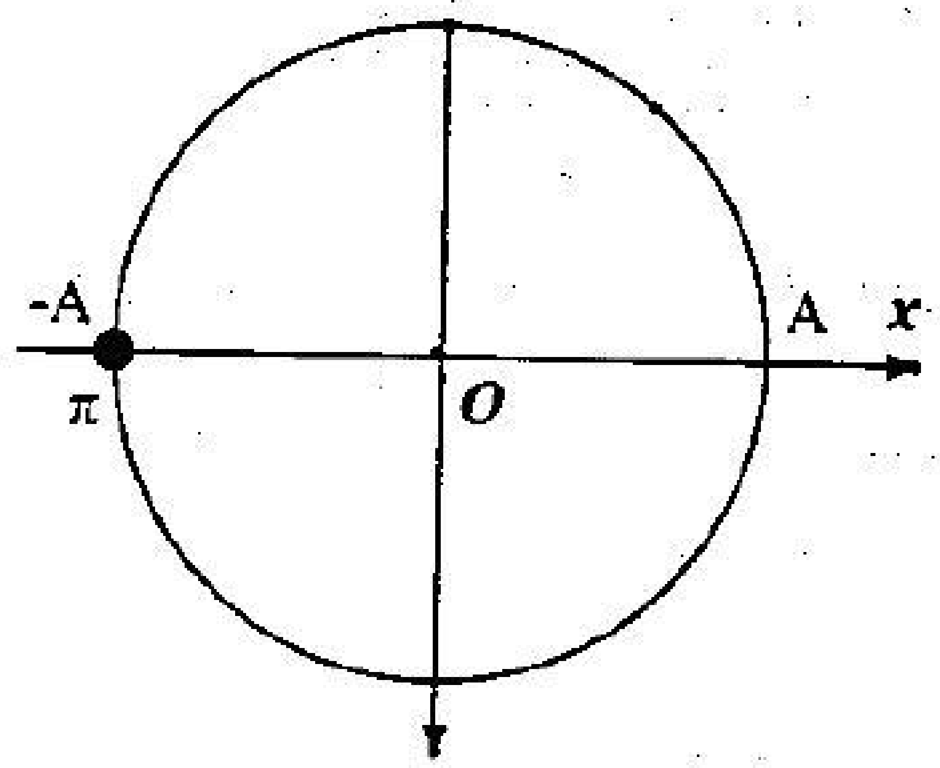
Ví dụ 3: Một vật có khối lượng m = 400g được treo vào lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng k = 40N/m. Đưa vật đến vị trí lò xo không biến dạng rồi thả nhẹ, vật dao động điều hòa. Chọn gốc tọa độ tại VTCB, chiều dương hướng xuống, gốc thời gian là lúc vật bắt đầu dao động. Lấy $g = 10m/s^2$. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 10\cos(10t)$ cm.
B. $x = 10\cos(10t + \frac{\pi}{2})$ cm.
C. $x = 10\cos(10t + \pi)$ cm.
D. $x = 10\cos(10t - \frac{\pi}{2})$ cm.

Hướng dẫn giải

Theo đề bài, ta có hình vẽ mô tả chuyển động như sau:





$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0,4}} = 10rad/s$$

Lò xo treo thẳng đứng nên: $\Delta \ell = \frac{mg}{k} = \frac{0,4.10}{40} = 0,1m = 10cm$

Đưa vật đến vị trí lò xo không biến dạng rồi thả nhẹ $\Rightarrow$ $x = -\Delta l = -A$ (chiều dương hướng xuống)

$t = 0$ lúc $x = -A$, từ vòng tròn lượng giác $\Rightarrow \varphi = \pi$ rad

Vậy phương trình là: $x = 10\cos(10t + \pi)cm \Rightarrow$ ***Chọn C.***

Ví dụ 4: Một con lắc lò xo có khối lượng $m = \sqrt{2}kg$ dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Vận tốc có độ lớn cực đại bằng 0,6m/s. Chọn gốc thời gian là lúc vật qua vị trí $x = 3\sqrt{2}cm$ theo chiều âm và tại đó động năng bằng thế năng. Chọn gốc tọa độ là VTCB. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 6\cos(10t + \frac{\pi}{4})$ cm
B. $x = 6\sqrt{2}\cos(10t + \frac{3\pi}{4})$ cm
C. $x = 3\sqrt{2}\cos(10t + \frac{\pi}{4})$ cm
D. $x = 6\cos(10t - \frac{\pi}{4})$ cm

Hướng dẫn giải

+ Xác định biên độ:

$$W_d = W_t \rightarrow x = \frac{A\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2} \Rightarrow A = 6\text{cm}$$ (loại B và C)

Trong hai đáp án còn lại có một $\varphi < 0$ và $\varphi > 0$. Theo bài thì chọn gốc thời gian là lúc vật qua vị trí $x = 3\sqrt{2}\text{cm}$ theo chiều âm $\Rightarrow \varphi > 0$ nên $\varphi = \frac{\pi}{4}\text{rad}$

Vậy phương trình là: $x = 6\cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)\text{cm} \Rightarrow$ *Chọn A.*

Chú ý: *Ở đây ta giải theo phương pháp loại trừ, vì vậy đại lượng còn lại ta không cần tính. Đây là phương pháp tiết kiệm rất nhiều thời gian nên các bạn lưu ý. Nhớ rằng không phải bài nào cũng làm được!*

Ví dụ 5: Khi treo một vật m vào một lò xo treo thẳng đứng thì làm cho lò xo giãn ra $\Delta l = 25\text{cm}$. Từ vị trí cân bằng O kéo vật xuống theo phương thẳng đứng một đoạn 2cm rồi truyền cho nó vận tốc $\sqrt{48}\,\pi$ cm/s hướng về vị trí cân bằng, vật dao động điều hòa. Chọn chiều dương hướng xuống, t = 0 lúc truyền vận tốc cho vật. Lấy $g = \pi^2 (m/s^2)$ Phương trình dao động của vật.

A. $x = 2\cos(2\pi t)$ cm

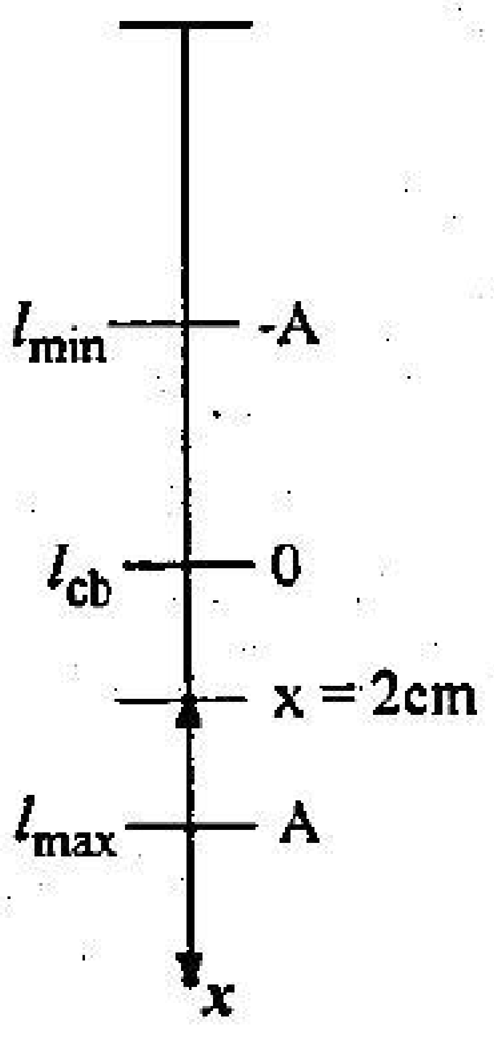
B. $x = 4\cos(2\pi t + \frac{\pi}{6})$ cm

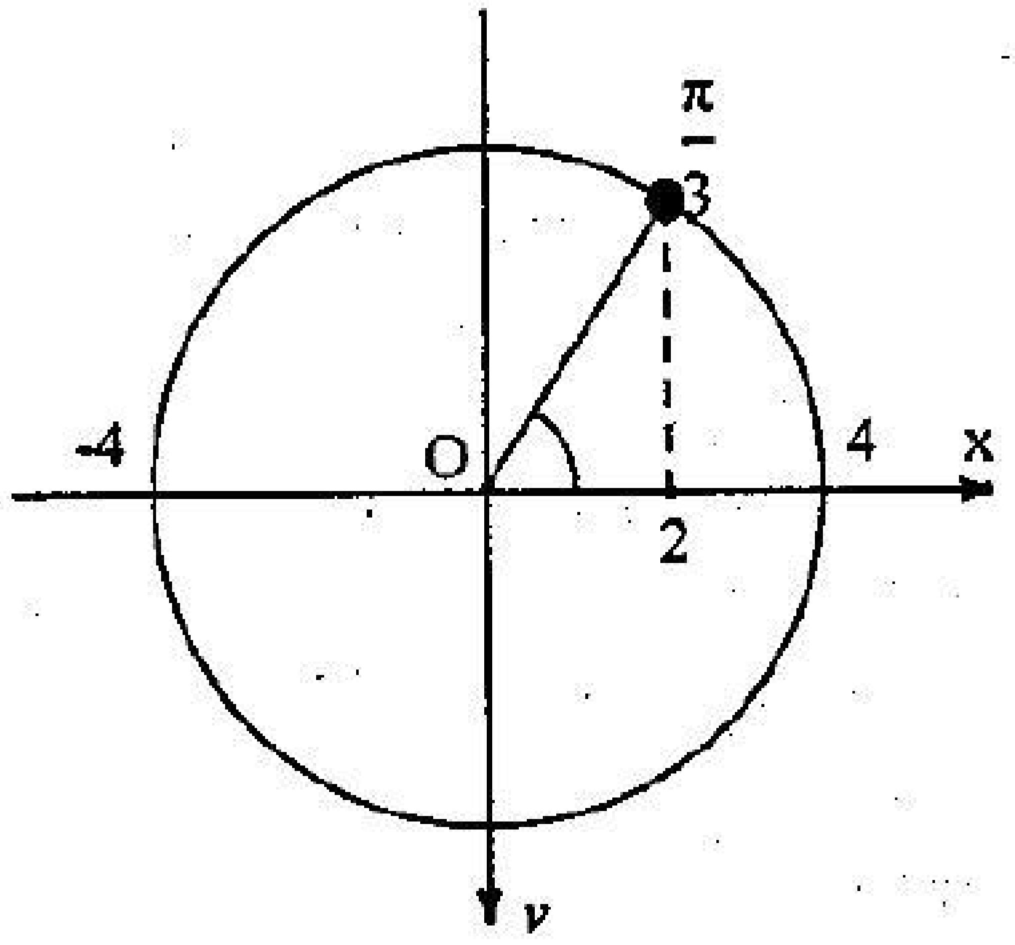
C. $x = 4\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$ cm

D. $x = 4\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$ cm

Hướng dẫn giải

Để cho độ giãn của con lắc lò xo treo thẳng đứng tại vị trí cân bằng nên tần số góc được xác định theo công thức: $\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{10}{0,25}} = 2\pi\text{Rad/s}$





Biên độ được tính theo hệ thức độc lập theo thời gian

$$A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{2^2 + \frac{48\pi^2}{4\pi^2}} = 4cm$$

t = 0 lúc truyền vận tốc cho vật ⇒ x = 2cm = A/2 và v < 0.

Từ vòng tròn, ta suy ra $\varphi = \frac{\pi}{3}$rad.

Vậy phương trình là: $x = 4\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$cm ⇒ *Chọn D*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật nặng khối lượng m=250g. Chọn Ox thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc tọa độ tại vị trí cân bằng. Kéo vật xuống dưới đến vị trí lò xo giãn 6,5cm rồi thả nhẹ, vật dao động điều hòa với năng lượng 80mJ. Chọn t = 0 lúc thả vật, lấy g=10m/s^2. Phương trình dao động của vật.

A. x = 6,5cos(5πt) cm　　B. x = 4cos(20t + π) cm

C. $x = 6,5\cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})$ cm　　D. x = 4cos(20t) cm

Hướng dẫn giải

Ban đầu vật ở biên độ dương ⇒ x = A ⇒ φ = 0

Kéo vật xuống dưới đến vị trí lò xo giãn 6,5cm rồi thả nhẹ ⇒ x = A

Tổng độ giản của lò xo là: $A + \Delta l = 6,5cm \Rightarrow A < 6,5cm$ vậy A = 4cm

Vậy phương trình: x = 4cos(20t) cm ⇒ *Chọn D*

Chú ý: Bài toán sử dụng phương pháp loại trừ nên không cần tính đến ω vẫn mà có đáp án.

Câu 2: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, gồm một quả cầu nhỏ có khối lượng m=100g và lò xo có k = 20N/m. Kéo quả cầu thẳng đứng xuống dưới cách vị trí cân bằng một đoạn $2\sqrt{3}$cm rồi truyền cho quả cầu hướng trở về vị trí cân bằng với vận tốc có độ lớn $0,2\sqrt{2}(m/s)$. Chọn t = 0 lúc thả quả cầu, trục Ox hướng xuống, gốc tọa độ O tại vị trí cân bằng. Lấy g = 10m/s^2. Phương trình dao động của quả cầu là:

A. $x = 2\sqrt{3}\cos\left(10\sqrt{2}t + \frac{\pi}{4}\right)$cm　　B. $x = 4\cos\left(10\sqrt{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$cm

C. $x = 2\sqrt{3}\cos\left(10\sqrt{2}t - \frac{\pi}{3}\right)$cm　　D. $x = 4\cos\left(10\sqrt{2}t - \frac{\pi}{6}\right)$cm

Hướng dẫn giải

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{20}{0,1}} = 10\sqrt{2}rad/s$$

$x = 2\sqrt{3}$cm rồi truyền vận tốc ⇒ $A > 2\sqrt{3}$ cm vậy A = 4cm

Theo đề: t = 0 truyền cho vật vận tốc theo chiều âm ⇒ $\varphi > 0$, vậy $\varphi = \frac{\pi}{6}$rad

Vậy phương trình là: $x = 4\cos\left(10\sqrt{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$cm ⇒ ***Chọn B.***

Câu 3: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật m = 400g, lò xo có độ cứng k = 100N/m. Lấy g = 10m/s², $\pi^2 = 10$. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng một đoạn 2cm rồi truyền cho vật một vận tốc $v = 10\pi\sqrt{3}$cm/s hướng lên. Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống, gốc thời gian lúc truyền vận tốc cho vật. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 4\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$cm.
B. $x = 3\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$cm.

C. $x = 3\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$cm.
D. $x = 4\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$cm.

Hướng dẫn giải

Cả bốn đáp án đều cho $\omega = 5\pi$rad/s vì thế không cần tính ω

Biên độ được tính theo hệ thức độc lập theo thời gian

$$A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{2^2 + \frac{300\pi^2}{25\pi^2}} = 4\text{cm (loại được B và C)}$$

Chiều dương hướng xuống, chiều truyền vận tốc lúc chọn gốc thời gian hướng lên ⇒ truyền theo chiều âm ⇒ $v < 0 \Rightarrow \varphi > 0$ vậy $\varphi = \frac{\pi}{3}$rad

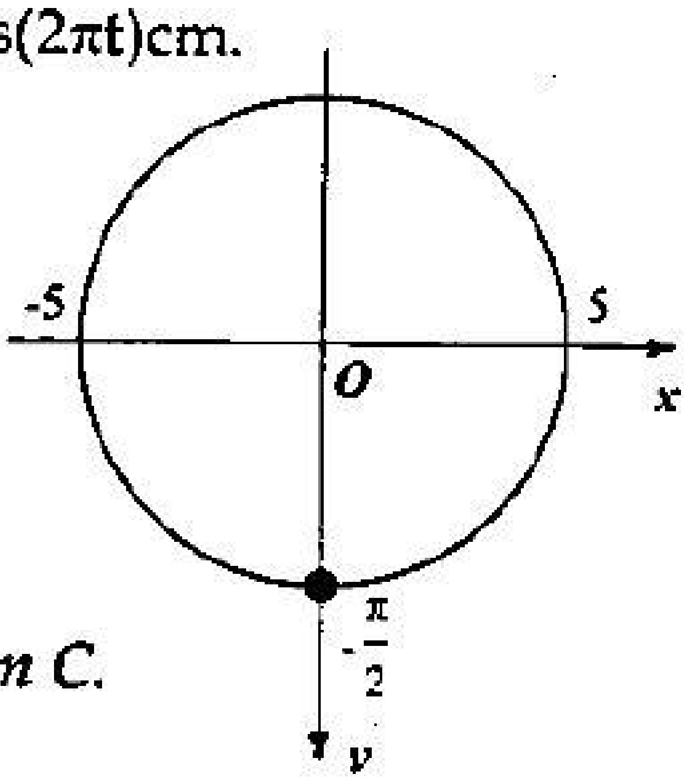
Phương trình là: $x = 4\cos\left(5\pi + \frac{\pi}{3}\right)$cm ⇒ ***Chọn A.***

Câu 4: Treo quả cầu m vào một lò xo treo thẳng đứng thì nó giãn ra 25cm. Từ vị trí cân bằng kéo quả cầu xuống theo phương thẳng đứng 5cm rồi buông nhẹ. Chọn $t_0 = 0$ là lúc vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương, hướng xuống và gốc toạ độ tại vị trí cân bằng. Lấy g = 10m/s²; $\pi^2 = 10$. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 30\cos(2\pi t)$cm.
B. $x = 30\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$cm.

C. $x = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$cm.
D. $x = 5\cos(2\pi t)$cm.

Hướng dẫn giải



t = 0 vật qua VTCB theo chiều dương

⇒ $\varphi = -\frac{\pi}{2}$rad (loại A và D)

Kéo vật đến x = 5cm rồi buông ⇒ A = x = 5cm

Vậy phương trình là: $x = 5\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$cm ⇒ ***Chọn C.***

Câu 5: Một con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Thời gian vật đi từ vị trí thấp nhất đến vị trí cao nhất cách nhau 20cm là 0,75(s). Gốc thời gian được chọn là lúc vật đang chuyển động chậm dần theo chiều dương với độ lớn vận tốc là $\frac{0,2\pi}{3}$m/s. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 10\cos\left(\frac{4\pi}{3}t - \frac{\pi}{6}\right)$cm.

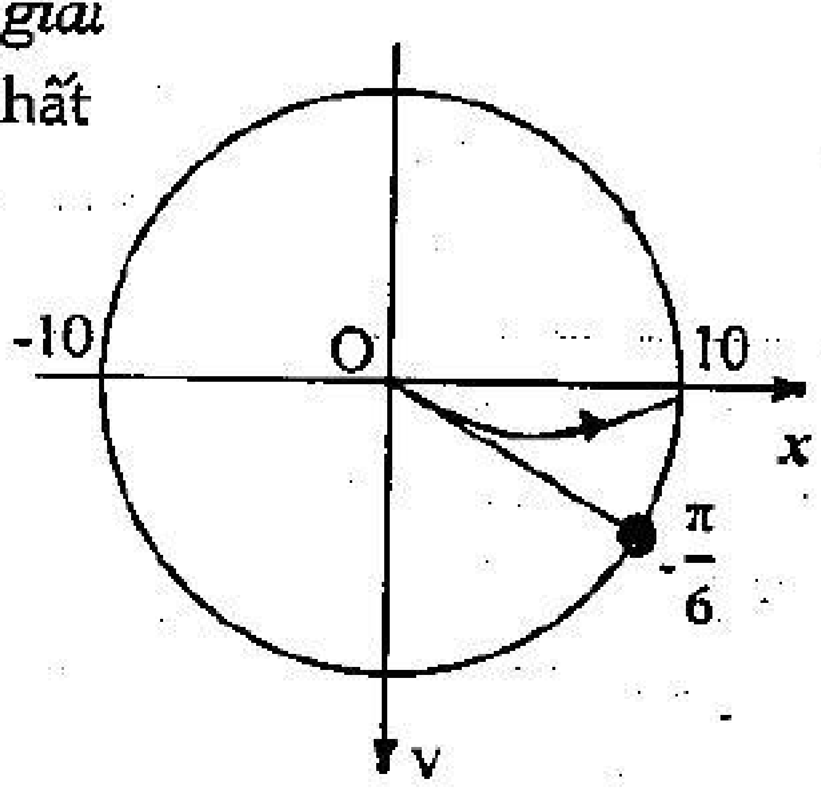
C. $x = 10\cos\left(\frac{3\pi}{4}t - \frac{\pi}{6}\right)$cm.

B. $x = 10\cos\left(\frac{4\pi}{3}t - \frac{5\pi}{6}\right)$cm.

D. $x = 10\cos\left(\frac{3\pi}{4}t - \frac{5\pi}{6}\right)$cm.

Hướng dẫn giải

Vật đi từ vị trí thấp nhất đến vị trí cao nhất tương ứng đi từ biên này đến biên kia:



+ Quãng đường tương ứng là $S = 2A = 20cm \Rightarrow A = 10cm$
+ Thời gian tương ứng là: $t = \frac{T}{2} = 0,75s \Rightarrow T = 1,5s$

$\Rightarrow \omega = \frac{4\pi}{3}$rad/s (loại C,D)

Vật chuyển động chậm dần theo chiều dương nên φ thuộc góc phần tư thứ IV $\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6}$rad

Vậy phương trình là: $x = 10\cos\left(\frac{4\pi}{3}t - \frac{\pi}{6}\right)$cm ⇒ *Chọn A.*

Câu 6: Một con lắc lò xo nằm ngang gồm một lò xo độ cứng k, một đầu cố định, một đầu gắn với vật nhỏ có khối lượng m trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Tại thời điểm ban đầu, vật đang ở vị trí cân bằng, người ta truyền cho cho nó vận tốc v_0 = 1m/s theo chiều dương, sau đó vật dao động điều hòa. Biết rằng sau những khoảng thời gian bằng $\frac{\pi}{40}$s thì động năng bằng thế năng. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 10\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$cm.

B. $x = 5\cos\left(40t - \frac{\pi}{2}\right)$cm.

C. $x = 5\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$cm.

D. $x = 10\cos\left(40t - \frac{\pi}{2}\right)$cm.

Phân tích: Với cách thông thường, các bạn có thể tính ra đáp án dễ dàng nhưng hơi tốn thời gian mà thi trắc nghiệm thì điều đó không tốt lắm. Tôi cố gắng sử dụng phương pháp loại trừ trong điều kiện bài toán cho phép để các bạn có đáp án chỉ trong vòng 5 đến 10 giây.

Hướng dẫn giải

Cả bốn đáp án đều cho $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ rad vì thế không cần tính φ

$W_đ = W_t \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{40} \Rightarrow T = \frac{\pi}{10}(s)$ suy ra ω = 20rad/s (loại B, D)

$\Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega} = \frac{100}{20} = 5cm$

Vậy phương trình là: $x = 5\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)cm \Rightarrow$ *Chọn C*

Dạng 6. XÁC ĐỊNH QUÃNG ĐƯỜNG VÀ SỐ LẦN VẬT ĐI QUA LI ĐỘ x_0 TỪ THỜI ĐIỂM t_1 ĐẾN t_2

1. Kiến thức cần nhớ:

Phương trình dao động có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ cm

Phương trình vận tốc: $v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi)$ cm/s

Tính số chu kỳ dao động từ thời điểm t_1 đến t_2:

$$N = \frac{t_2 - t_1}{T} = n + \frac{m}{T} \quad \text{với} \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Trong một chu kỳ : + vật đi được quãng đường 4A

+ Vật đi qua li độ bất kỳ 2 lần

* Nếu m = 0 thì: + Quãng đường đi được: $S_T = n.4A$

+ Số lần vật đi qua x_0 là $M_T = 2n$

* Nếu m ≠ 0 thì : + Khi $t = t_1$ ta tính $x_1 = A\cos(\omega t_1 + \varphi)$cm và v_1 dương hay âm (không tính v_1)

+ Khi $t = t_2$ ta tính $x_2 = A\cos(\omega t_2 + \varphi)$cm và v_2 dương hay âm (không tính v_2)

Sau đó vẽ hình của vật trong phần lẻ $\frac{m}{T}$ chu kỳ rồi dựa vào hình vẽ để tính $S_{lẻ}$ và số lần $M_{lẻ}$ vật đi qua x_0 tương ứng.

Khi đó: + Quãng đường vật đi được là: $S = S_T + S_{lẻ}$

+ Số lần vật đi qua x_0 là: $M = M_T + M_{lẻ}$

2. Phương pháp:

- Bước 1: Xác định : $\begin{cases} x_1 = A\cos(\omega t_1 + \varphi) \\ v_1 = -\omega A\sin(\omega t_1 + \varphi) \end{cases}$ và $\begin{cases} x_2 = A\cos(\omega t_2 + \varphi) \\ v_2 = -\omega A\sin(\omega t_2 + \varphi) \end{cases}$

  (v_1 và v_2 chỉ cần xác định dấu)

- Bước 2 : Phân tích : $t = t_2 - t_1 = nT + \Delta t$ ($n \in N$; $0 \le \Delta t < T$)

Quãng đường đi được trong thời gian nT là $S_1 = 4nA$, trong thời gian Δt là S_2.

Quãng đường tổng cộng là $S = S_1 + S_2$:

* Nếu $v_1v_2 \geq 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \Delta t < \dfrac{T}{2} \Rightarrow S_2 = |x_2 - x_1| \\ \Delta t = \dfrac{T}{2} \Rightarrow S_2 = 2A \\ \Delta t > \dfrac{T}{2} \Rightarrow S_2 = 4A - |x_2 - x_1| \end{array}\right.$

* Nếu $v_1v_2 < 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} v_1 > 0 \Rightarrow S_2 = 2A - x_1 - x_2 \\ v_1 < 0 \Rightarrow S_2 = 2A + x_1 + x_2 \end{array}\right.$

Lưu ý:

+ Tính S_2 bằng cách định vị trí x_1, x_2 và chiều chuyển động của vật trên trục Ox;

+ Trong một số trường hợp có thể giải bài toán bằng cách sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều sẽ đơn giản hơn.

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với phương trình: $x = 12\cos(50t - \pi/2)$cm. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian $t = \pi/12$(s), kể từ thời điểm gốc là (t = 0):

A. 6cm. B. 90cm. C. 102cm. D. 54cm.

Hướng dẫn giải

Cách 1 :

– tại t = 0: $\begin{cases} x_0 = 0 \\ v_0 > 0 \end{cases}$ ⇒ Vật bắt đầu dao động từ VTCB theo chiều dương

– tại thời điểm $t = \pi/12$(s): $\begin{cases} x = 6\text{cm} \\ v > 0 \end{cases}$

Vật đi qua vị trí có x = 6cm theo chiều dương.

– Số chu kì dao động :

$$N = \frac{t - t_0}{T} = \frac{t}{T} = \frac{\pi.25}{12.\pi} = 2 + \frac{1}{12} \Rightarrow t = 2T + \frac{T}{12} = 2T + \frac{\pi}{300}\text{s}.$$

$$\text{Với: } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{50} = \frac{\pi}{25}\text{s}$$

– Vậy thời gian vật dao động là 2T và $\Delta t = \pi/300$(s)

– Quãng đường tổng cộng vật đi được là: $S_t = S_{nT} + S_{\Delta t}$

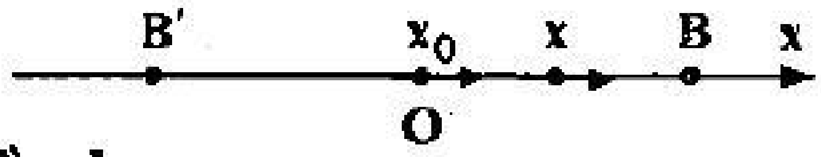
Với: $S_{2T} = 4A.2 = 4.12.2 = 96$m.

$$\text{Vì } \begin{cases} v_1v_2 \geq 0 \\ \Delta t < \dfrac{T}{2} \end{cases} \Rightarrow S_{\Delta t} = |x - x_0| = 6 - 0 = 6\text{cm}$$

– Vậy: $S_t = S_{nT} + S_{\Delta t} = 96 + 6 = 102$cm. *Chọn C.*

Cách 2 : **Ứng dụng mối liên hệ giữa chuyển động tròn điều và dao động điều hòa.**

– tại $t = 0$: $\begin{cases} x_0 = 0 \\ v_0 > 0 \end{cases}$



$\Rightarrow$ Vật bắt đầu dao động từ VTCB theo chiều dương

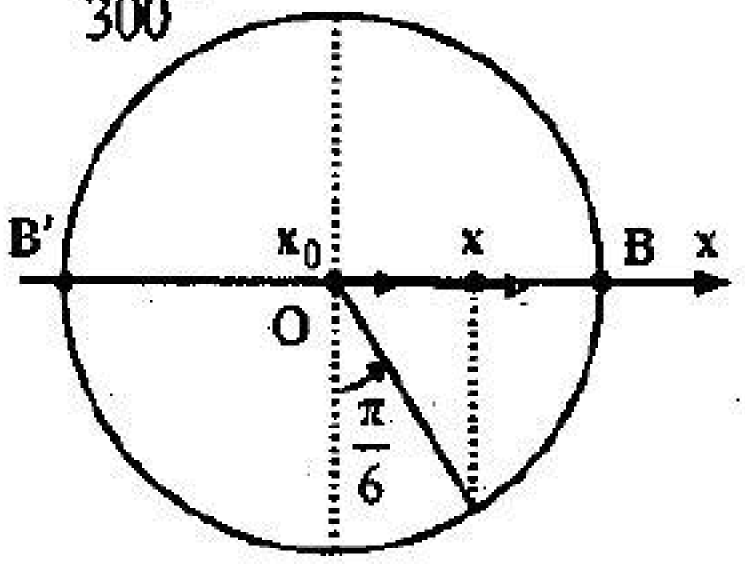
– Số chu kì dao động:

$$N = \frac{t - t_0}{T} = \frac{t}{T} = \frac{\pi.25}{12.\pi} = 2 + \frac{1}{12} \Rightarrow t = 2T + \frac{T}{12} = 2T + \frac{\pi}{300}\text{s}.$$

Với: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{50} = \frac{\pi}{25}$s

– Góc quay được trong khoảng thời gian t:

$$\alpha = \omega t = \omega(2T + \frac{T}{12}) = 2\pi.2 + \frac{\pi}{6}$$



– Vậy vật quay được 2 vòng + góc $\pi/6$

$\Rightarrow$ quãng đường vật đi được tương ứng là: $S_t = 4A.2 + A/2 = 102$cm.

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một vật dao động với phương trình $x = 4\sqrt{2}\sin\left(5\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$cm . Quãng đường vật đi từ thời điểm $t_1 = \frac{1}{10}$s đến $t_2 = 6$s là:

A. 84,4cm B. 333,8cm C. 325,8cm D. 337,5cm

Hướng dẫn giải

$x = 4\sqrt{2}\cos\left(5\pi t - \frac{3\pi}{4}\right) \Rightarrow$ Chu kỳ dao động $T = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4$s

Số chu kỳ vật đi được trong khoảng thời gian Δt

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{6 - \frac{1}{10}}{0,4} = 14,75 \Rightarrow \Delta t = 14T + \frac{T}{2} + \frac{T}{4}$$

$S = 14.4A + 2A + S_3$

$t_1 = \frac{1}{10} \Rightarrow \varphi = \frac{5\pi}{10} - \frac{3\pi}{4} = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow$ điểm M

$t_2 = 6 \Rightarrow \varphi_2 = 30\pi - \frac{3\pi}{4} = -\frac{3\pi}{1} \Rightarrow$ điểm N

$t_3 = \frac{T}{4} \Rightarrow \varphi_3 = \frac{\pi}{2}$

$S_3 = 2QR = 2.(OQ - OR) = 2\left(A - \frac{A\sqrt{2}}{2}\right) = A - A\sqrt{2}$

$S = S_1 + S_2 + S_3 = 56A + 2A + A - A\sqrt{2} = 59A - A\sqrt{2} = 325,8\text{cm} \Rightarrow$ *Chọn C.*

Dạng 7. XÁC ĐỊNH THỜI GIAN NGẮN NHẤT VẬT ĐI QUA LI ĐỘ x_1 ĐẾN x_2

1 *Kiến thức cần nhớ:* (Ta dùng mối liên hệ giữa DĐĐH và CĐTĐ đều để tính)

Khi vật dao động điều hoà từ x_1 đến x_2 thì tương ứng với vật chuyển động tròn đều từ M đến N(chú ý x_1 và x_2 là hình chiếu vuông góc của M và N lên trục OX

Thời gian ngắn nhất vật dao động đi từ x_1 đến x_2 bằng thời gian vật chuyển động tròn đều từ M đến N

$$t_{MN} = \Delta t = \frac{|\varphi_2 - \varphi_1|}{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{\omega} \quad \text{với} \begin{cases} \cos\varphi_1 = \dfrac{x_1}{A} \\ \cos\varphi_2 = \dfrac{x_2}{A} \end{cases} \quad \text{và } (0 \le \varphi_1, \varphi_2 \le \pi)$$

2. *Phương pháp:*

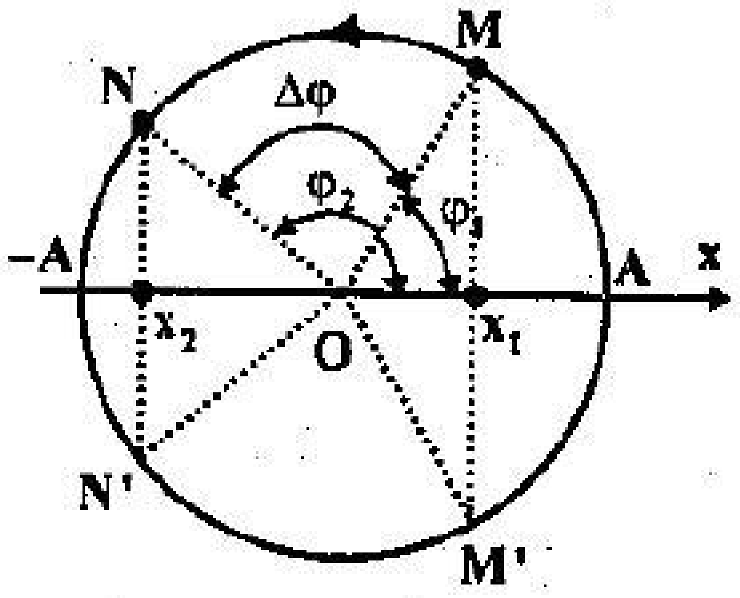
* Bước 1: Vẽ đường tròn có bán kính R = A (biên độ) và trục Ox nằm ngang

* Bước 2: – Xác định vị trí vật lúc t = 0 thì $\begin{cases} x_0 = ? \\ v_0 = ? \end{cases}$

– Xác định vị trí vật lúc t (x_t đã biết)

* Bước 3: Xác định góc quét $\Delta\varphi = \widehat{MOM'} = ?$

* Bước 4: $t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{360^0}T$



3. *Một số trường hợp đặc biệt:*

+ khi vật đi từ: $x = 0$ đến $x = \pm\frac{A}{2}$ thì $\Delta t = \frac{T}{12}$

+ khi vật đi từ: $x = \pm\frac{A}{2}$ đến $x = \pm A$ thì $\Delta t = \frac{T}{6}$

+ khi vật đi từ: $x = 0$ đến $x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2}$ hoặc $x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2}$ đến $x = \pm A$ thì $\Delta t = \frac{T}{8}$

+ vật 2 lần liên tiếp đi qua $x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2}$ thì $\Delta t = \frac{T}{4}$

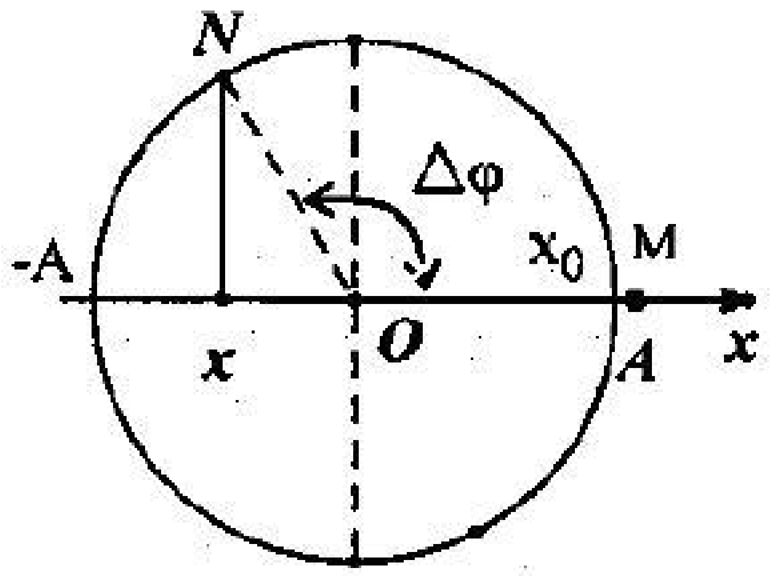
+ Tốc độ trung bình của vật đi từ thời điểm t_1 đến t_2: $v_{tb} = \frac{S}{t_2 - t_1}$ với S là quãng đường tính như trên.

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Vật dao động điều hòa có phương trình: x = Acosωt. Thời gian ngắn nhất kể từ lúc bắt đầu dao động đến lúc vật có li độ x = –A/2 là:

A. T/6(s) B. T/8(s). C. T/3(s). D. T/4(s).

Hướng dẫn giải



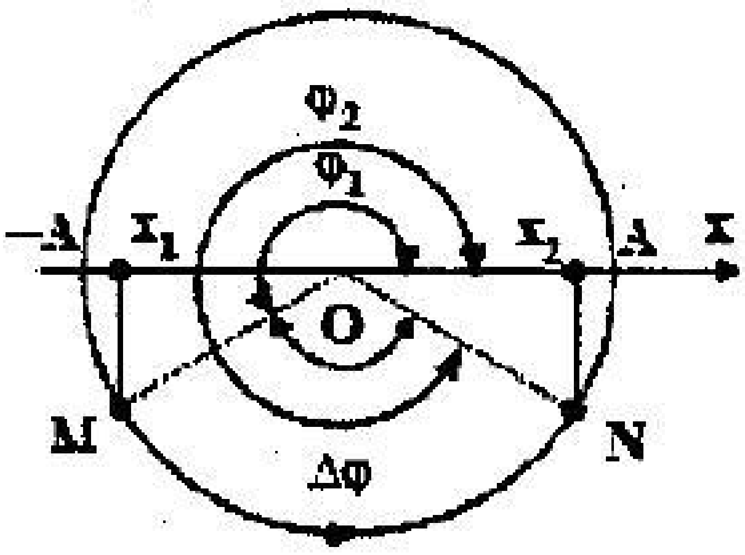
- Tại t = 0 : $x_0 = A$, $v_0 = 0$:
  Trên đường tròn ứng với vị trí M
- Tại t: $x = -A/2$:
  Trên đường tròn ứng với vị trí N
- Vật đi ngược chiều (+) quay được góc $\Delta\phi = 120^0 = 2\pi/3$.
- $t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{360^0}T = T/3(s)$. ***Chọn : C***

Ví dụ 2: Vật dao động điều hòa theo phương trình: $x = 4\cos(8\pi t - \pi/6)$cm. Thời gian ngắn nhất vật đi từ $x_1 = -2\sqrt{3}$cm theo chiều dương đến vị trí có li độ $x_1 = 2\sqrt{3}$cm theo chiều dương là:

A. 1/16(s). B. 1/12(s). C. 1/10(s) D. 1/20(s)

Hướng dẫn giải

Tiến hành theo các bước ta có:

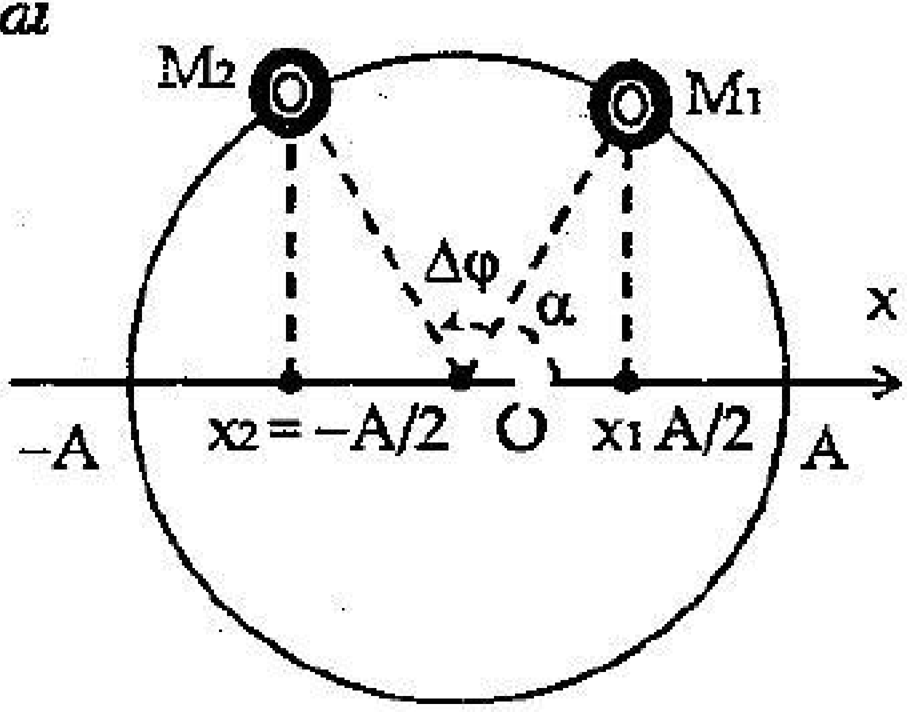


- Vật dao động điều hòa từ x_1 đến x_2 theo chiều dương tương ứng vật chuyển động tròn đều từ M đến N.
- Trong thời gian t vật quay được góc:
  $\Delta\varphi = 120^0$.
  Chu kỳ dao động: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{8\pi} = \frac{1}{4}(s)$
- Vậy: $t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\Delta\varphi}{360^0}T = 1/12(s)$. ***Chọn B***

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với biên độ A và tần số f = 5Hz. Xác định thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x_1 = \frac{A}{2}$ đến vị trí có li độ $x_2 = -\frac{A}{2}$.

A. 1/16(s). B. 1/22(s). C. 1/30(s) D. 1/20(s)

Hướng dẫn giải



Khi vật đi từ vị trí có li độ $x_1 = -\frac{A}{2}$ đến vị trí có li độ $x_2 = +\frac{A}{2}$ thì mất một khoảng thời gian ngắn nhất là Δt, đúng bằng thời gian vật chuyển động tròn đều (với tốc độ góc $\omega = 2\pi f$ trên đường tròn tâm O, bán kính R = A) đi từ M_1 đến M_2.

Ta có: $\omega = 10\pi(rad/s)$

$$\Delta\varphi = \widehat{M_1OM_2} = \pi - 2\alpha$$

Mà $\cos\alpha = \frac{x_1}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{3}$

Vậy, thời gian ngắn nhất vật đi từ x_1 đến x_2 là: $\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{1}{30}s$

* ***Nhận xét:*** *Đối với bài tập này các bạn dễ nhầm lẫn rằng thời gian vật đi từ x_1 đến x_2 là tỉ lệ với quãng đường $\Delta s = |x_1 - x_2| = A$, nên cho kết quả sai sẽ là:* $\Delta t = \frac{T}{4} = \frac{1}{20}s$

Ví dụ 4: Một vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = A\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$.

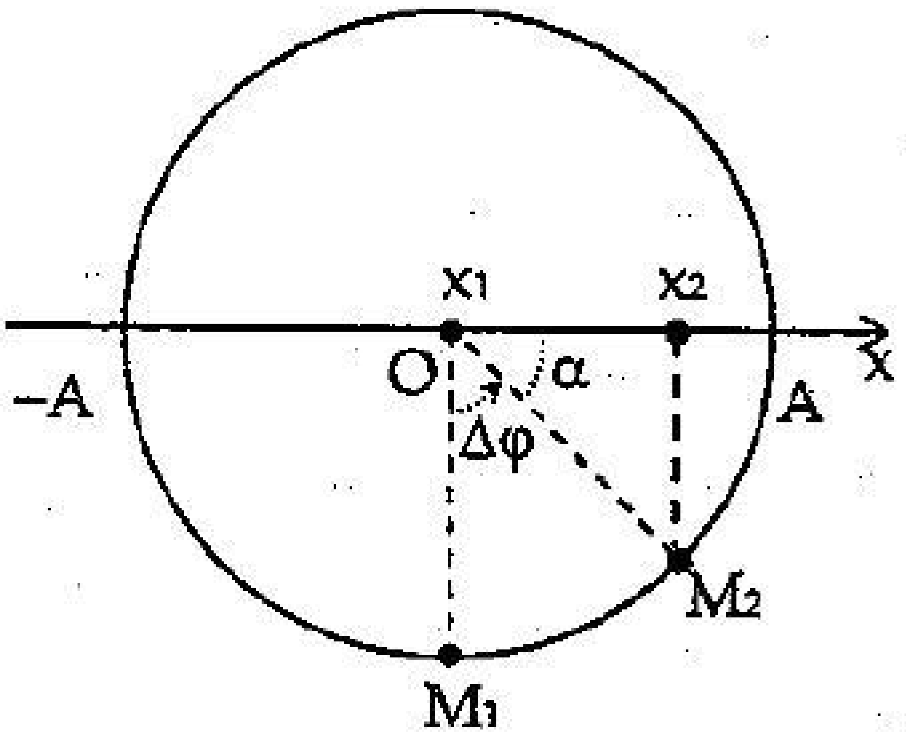
Cho biết, từ thời điểm ban đầu vật đến li độ $x = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ trong khoảng thời gian ngắn nhất là $\frac{1}{60}$, và tại điểm cách VTCB 2(cm) vật có vận tốc $40\pi\sqrt{3}$ (cm/s). Xác định tần số góc và biên độ A của dao động.

A. $\omega = 20rad/s$; A = 4cm.
B. $\omega = 25rad/s$; A = 4cm.
C. $\omega = 20rad/s$; A = 5cm.
D. $\omega = 25rad/s$; A = 5cm.

Hướng dẫn giải

Ở thời điểm ban đầu ($t_1 = 0$), vật có: $\begin{cases} x_1 = A\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 0 \\ v = -\omega A\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) > 0 \end{cases}$, tức là vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương.

Ở thời điểm $t_2 = \frac{1}{60}$ s, vật qua li độ $x_2 = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương.



Áp dụng công thức: $\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

với $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{1}{60}s$; $\cos\alpha = \frac{x_2}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}$; $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi}{3}$

Vậy: $\omega = 20\pi$ (rad/s) và $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 4cm$. *Chọn A*

Ví dụ 5: Một lò xo có khối lượng không đáng kể có độ cứng k = 100N/m. Một đầu treo vào một điểm cố định, đầu còn lại treo một vật nặng khối lượng 500g. Từ vị trí cân bằng kéo vật xuống dưới theo phương thẳng đứng một đoạn 10cm rồi buông nhẹ cho vật dao động điều hòa. Lấy g = 10m/s². Xác định khoảng thời gian mà lò xo bị nén Δt_1, bị dãn Δt_2 trong một chu kỳ.

A. $\Delta t_1 = \frac{\pi}{15\sqrt{2}}s$; $\Delta t_2 = \frac{\pi}{15\sqrt{2}}s$

B. $\Delta t_1 = \frac{\pi}{15\sqrt{2}}$; $\Delta t_2 = \frac{\pi}{15}s$

C. $\Delta t_1 = \frac{\pi}{15\sqrt{2}}s$; $\Delta t_2 = \frac{\pi\sqrt{2}}{15}s$

D. $\Delta t_1 = \frac{\sqrt{2}\pi}{15\sqrt{2}}s$; $\Delta t_2 = \frac{\sqrt{2}\pi}{15\sqrt{2}}s$

Hướng dẫn giải

Ta có: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10\sqrt{2}$ (rad/s)

Độ dãn của lò xo ở vị trí cân bằng là:

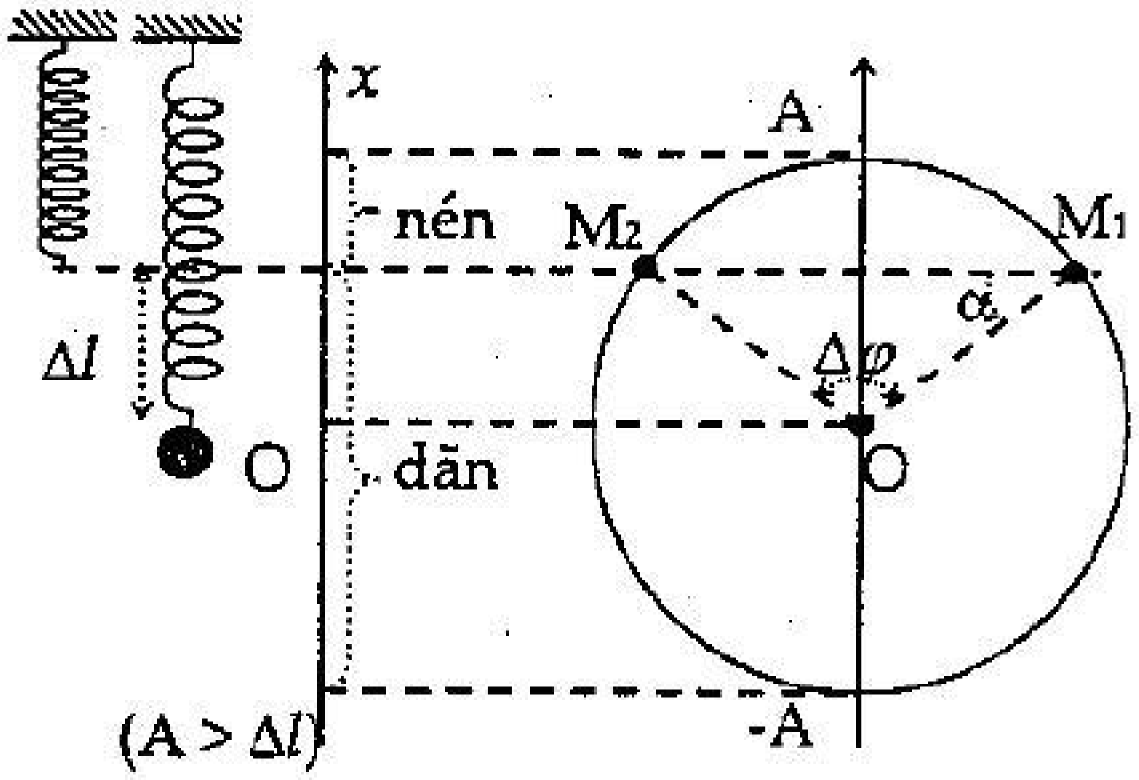
$\Delta\ell = \frac{mg}{k} = 0{,}05m = 5cm$

$A = 10cm > \Delta l$

Thời gian lò xo nén Δt_1 là thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí lò xo không biến dạng đến vị trí cao nhất và trở về vị trí cũ.

$\Delta t_1 = \frac{\Delta\varphi}{\omega}$, với $\sin\alpha = \frac{\Delta\ell}{A} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}; \Delta\varphi = \pi - 2\alpha = \frac{2\pi}{3}$



Vậy: $\Delta t_1 = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{2\pi}{3.10.\sqrt{2}} = \frac{\pi}{15.\sqrt{2}}s$

Thời gian lò xo dãn Δt_2 là thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí lò xo không biến dạng đến vị trí thấp nhất và trở về vị trí cũ: $\Delta t_2 = \frac{2\pi - \Delta\varphi}{\omega} = \frac{\sqrt{2}.\pi}{15}s.$

* *Chú ý: Cũng có thể tính: $\Delta t_2 = T - \Delta t_1$*

Chọn C

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một con lắc lò xo dao động với biên độ A, thời gian ngắn nhất để con lắc di chuyển từ vị trí có li độ $x_1 = -A$ đến vị trí có li độ $x_2 = A/2$ là 1s. Chu kì dao động của con lắc là:

A. 1/3 (s). B. 3 (s). C. 2 (s). D. 6(s).

Phân tích:

Thời gian ngắn nhất vật đi từ -A đến A/2 là thời gian vật đi từ -A đến vị trí cân bằng rồi từ vị trí cân bằng đến A/2.

*Ta cần lưu ý khi giải bài toán liên quan đến thời gian trong dao động điều hòa là ta xem vị trí cân bằng vừa là **điểm đến** cũng vừa là **điểm xuất phát**. Như bài toán này vị trí cân bằng là điểm đến khi vật đi từ -A đến 0 và vị trí cân bằng là điểm xuất phát khi vật đi từ 0 đến A/2.*

Hướng dẫn giải

$$t_{\min\left(-A\to\frac{A}{2}\right)}=t_{(-A\to0)}+t_{\left(0\to\frac{A}{2}\right)}=\frac{T}{4}+\frac{T}{12}=\frac{T}{3}=1\Rightarrow T=3(s),$$ ***Chọn B***

Câu 2: Một vật dao động điều hoà. Gọi t_1 là thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí cân bằng đến li độ x =A/2 và t_2 là thời gian vật đi từ vị trí li độ x = A/2 đến biên dương. Ta có:

A. $t_1 = 0,5t_2$ B. $t_1 = 2t_2$ C. $t_1 = 4t_2$ D. $t_1 = t_2$.

Hướng dẫn giải

Thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí cân bằng đến li độ $x=\frac{A}{2}$: $t_1=t_{\left(0\to\frac{A}{2}\right)}=\frac{T}{12}$

Thời gian vật đi từ vị trí li độ x = A/2 đến biên dương A: $t_2=t_{\left(\frac{A}{2}\to A\right)}=\frac{T}{6}$

Từ đó ta có: $\Rightarrow \frac{t_1}{t_2}=\frac{1}{2}\Rightarrow t_1=0,5t_2$. ***Chọn A***

Câu 3: Một vật dao động điều hòa với phương trình x = A.cos(ωt). Tỉ số giữa tốc độ trung bình và vận tốc trung bình khi vật đi được sau thời gian 3T/4 đầu tiên kể từ lúc bắt đầu dao động là

A. 1/3 B. 3 C. 2 D. 1/2

Hướng dẫn giải

Vận tốc trung bình: $v_{tb}=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}$, $\Delta x=x_2-x_1$ là độ dời.

Vận tốc trung bình trong một chu kỳ luôn bằng không

Tốc độ trung bình luôn khác 0: $v_{tb}=\frac{S}{t_2-t_1}$ trong đó S là quãng đường vật đi được từ t_1 đến t_2.

Tốc độ trung bình: $v_{toc\,do}=\frac{S}{t}=\frac{3A}{\frac{3T}{4}}=\frac{4A}{T}$ **(1)**; $\frac{3T}{4}$ chu kỳ đầu vật đi từ x_1 = + A (t_1 = 0) đến x_2 = 0 ($t_2=\frac{3T}{4}$) (VTCB theo chiều dương)

Vận tốc trung bình: $v_{\text{vận tốc tb}} = \dfrac{|x_2 - x_1|}{t_2 - t_1} = \dfrac{|0 - A|}{\frac{3T}{4} - 0} = \dfrac{4A}{3T}$ (2).

Từ (1) và (2) suy ra kết quả bằng 3. *Chọn B*

Câu 4: Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì T. Trong khoảng thời gian ngắn nhất khi đi từ vị trí biên có li độ x = –A đến vị trí $x = \dfrac{-A}{2}$, chất điểm có tốc độ trung bình là

A. $\dfrac{6A}{T}$. B. $\dfrac{9A}{2T}$. C. $\dfrac{3A}{2T}$. D. Đáp án khác

Hướng dẫn giải

Thời gian ngắn nhất vật đi từ biên độ -A đến vị trí –A/2 là:

$$t_{min}\left(-A \to -\frac{A}{2}\right) = t(-A \to 0) - t\left(-\frac{A}{2} \to 0\right) = \frac{T}{4} - \frac{T}{12} = \frac{T}{6}$$

Quãng đường tương ứng trong thời gian trên là: $S = A - \dfrac{A}{2} = \dfrac{A}{2}$

Tốc độ trung bình trong khoảng thời gian trên là: $v_{tb} = \dfrac{S}{t} = \dfrac{A.6}{2.T} = \dfrac{3A}{T}$

Chọn D.

Dạng 8. XÁC ĐỊNH LỰC TÁC DỤNG LÊN VẬT VÀ ĐIỂM TREO LÒ XO - CHIỀU DÀI LÒ XO KHI VẬT DAO ĐỘNG

1. Kiến thức cần nhớ:

a) Lực hồi phục(lực tác dụng lên vật):

Lực hồi phục : $\vec{F} = -k\vec{x} = m\vec{a}$ (luôn hướng về vị trí cân bằng)

Độ lớn: $F = k|x| = m\omega^2|x|$.

Lực hồi phục đạt giá trị cực đại $F_{max} = kA$ khi vật đi qua các vị trí biên (x = ± A).

Lực hồi phục có giá trị cực tiểu $F_{min} = 0$ khi vật đi qua vị trí cân bằng (x = 0).

b) Lực tác dụng lên điểm treo lò xo:

* Lực tác dụng lên điểm treo lò xo là lực đàn hồi: $F = k|\Delta l + x|$

+ Khi con lắc lò xo nằm ngang: $\Delta l = 0$

+ Khi con lắc lò xo treo thẳng đứng: $\Delta l = \dfrac{mg}{k} = \dfrac{g}{\omega^2}$.

+ Khi con lắc nằm trên mặt phẳng nghiêng góc α:

$$\Delta l = \frac{mg\sin\alpha}{k} = \frac{g\sin\alpha}{\omega^2}.$$

- Lực cực đại tác dụng lên điểm treo là: $F_{max} = k(\Delta l + A)$
- Lực cực tiểu tác dụng lên điểm treo là:
  - + khi con lắc nằm ngang: $F_{min} = 0$
  - + khi con lắc treo thẳng đứng hoặc nằm trên mặt phẳng nghiêng 1 góc α: $F_{min} = k(\Delta l - A)$ nếu: $\Delta l > A$;

    $F_{min} = 0$ nếu: $\Delta l \le A$.

*c) **Lực đàn hồi ở vị trí con lắc có li độ x*** (gốc O tại vị trí cân bằng):

+ Khi con lắc lò xo nằm ngang $F = kx$;

+ Khi con lắc lò xo treo thẳng đứng hoặc nằm nghiêng 1 góc α:

$$F = k|\Delta l + x|$$

*d) **Chiều dài lò xo**:* l_0 – là chiều dài tự nhiên của lò xo :

+ khi lò xo nằm ngang:

Chiều dài cực đại của lò xo : $l_{max} = l_0 + A$.

Chiều dài cực tiểu của lò xo : $l_{min} = l_0 - A$.

+ Khi con lắc lò xo treo thẳng đứng hoặc nằm nghiêng 1 góc α:

Chiều dài khi vật ở vị trí cân bằng : $l_{cb} = l_0 + \Delta l$;

Chiều dài cực đại của lò xo : $l_{max} = l_0 + \Delta l + A$;

Chiều dài cực tiểu của lò xo : $l_{min} = l_0 + \Delta l - A$;

Chiều dài ở li độ x : $l = l_0 + \Delta l + x$.

*2. **Phương pháp:***

- Tính Δl (bằng các công thức ở trên)
- So sánh Δl với A
- Tính $k = m\omega^2 = m\dfrac{4\pi^2}{T^2} = m4\pi^2f^2 \Rightarrow F, l$ ....

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng dao động với chu kỳ 0,2s và biên độ 2cm. Độ dài tự nhiên của lò xo là 20cm. Lấy $g = 10m/s^2$, $\pi^2 = 10$. Chiều dài lớn nhất và bé nhất của lò xo trong quá trình dao động:

A. 22cm, 20cm B. 23cm,19cm C. 23cm,20cm D. 22cm,18cm

Hướng dẫn giải

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng: $\Delta\ell = \dfrac{T^2g}{4\pi^2} = \dfrac{0,2^2.10}{4.10} = 0,01m = 1cm$

Chiều dài cực đại của lò xo trong quá trình dao động:

$\ell_{max} = \ell_0 + \Delta\ell + A = 20 + 1 + 2 = 23cm$

Chiều dài cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động:

$\ell_{min} = \ell_0 + \Delta\ell - A = 20 + 1 - 2 = 19cm$. *Chọn B*

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo có độ dài tự nhiên 20cm treo thẳng đứng dao động điều hòa. Ở vị trí cân bằng lò xo bị dãn 3cm, ở vị trí lò xo có độ dài ngắn nhất lò xo bị nén 2cm. Độ dài cực đại của lò xo là:

A. 25cm B. 28cm C. 30cm D. 23cm

Hướng dẫn giải

Lò xo nén $\Rightarrow A > \Delta l \Rightarrow A = \Delta l + 2 = 5cm$

Chiều dài cực đại của lò xo trong quá trình dao động:

$$\ell_{max} = \ell_0 + \Delta\ell + A = 20 + 5 + 3 = 28cm$$

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo có độ cứng k = 40N/m và vật nặng m = 100g treo thẳng đứng, chiều dài tự nhiên của lò xo là 30cm. Lấy $g = 10m/s^2$. Độ dài của con lắc khi vật ở vị trí cân bằng là:

A. 32,5cm B. 35cm C. 33,5cm D. 32cm

Hướng dẫn giải

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta\ell = \frac{mg}{k} = \frac{0,1.10}{40} = 0,025m = 2,5cm$$

Chiều dài của con lắc tại vị trí cân bằng:

$$\ell_{cb} = \ell_0 + \Delta\ell = 30 + 2,5 = 32,5cm$$

Ví dụ 4: Một lò xo nhẹ chiều dài tự nhiên l_0, độ cứng k treo thẳng đứng. Nếu treo vật m_1=100g vào lò xo thì chiều dài của lò xo là 31cm, treo thêm vật m_2=100g thì chiều dài lò xo là 32cm. Lấy $g = 10m/s^2$. Chiều dài tự nhiên và độ cứng của lò xo là:

A. 30cm, 100N/m B. 30cm, 1000N/m

C. 29,5cm; 10N/m D. 29,5cm; 100N/m

Hướng dẫn giải

Độ biến dạng của lò xo khi vật có khối lượng m_1.

$$\Delta\ell_1 = \frac{m_1 g}{k} = \ell_1 - \ell_0 \qquad (1)$$

Độ biến dạng của lò xo khi vật có khối lượng $m_1 + m_2$.

$$\Delta\ell_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k} = \ell_2 - \ell_0 \qquad (2)$$

Do $m_1 = m_2$ nên từ (1) và (2), ta có:

$\Rightarrow 2\ell_1 - 2\ell_0 = \ell_2 - \ell_0 \Rightarrow \ell_0 = 2\ell_1 - 2\ell_2 = 2.31 - 32 = 30cm$

Từ (1) $\Rightarrow \Delta l_1 = 31 - 30 = 1cm$

Độ cứng của lò xo là: $k = \dfrac{m_1 g}{\Delta\ell_1} = \dfrac{0,1.10}{0,01} = 100N/m$

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo có m = 200g, chiều dài tự nhiên của lò xo là 30cm. Con lắc dao động theo phương thẳng đứng với $\omega = 20$ rad/s và biên độ A = 5cm. Lấy g=10m/s². Lực phục hồi tác dụng vào vật khi lò xo có chiều dài 35cm là:

A. 0,33N B. 2N C. 0,6N D. 5N

Hướng dẫn giải

Nếu xác định lực phục hồi ⇒ ta xác định $x = ? \Rightarrow l_{cb} = ? \Rightarrow \Delta l = ?$

$$\Delta\ell = \frac{mg}{\omega^2} = \frac{10}{20^2} = 0{,}5\text{cm} \Rightarrow \ell_{cb} = 32{,}5\text{cm}$$

Vị trí của vật khi lò xo dài 35 cm: $|x| = \ell - \ell_{cb} = 2{,}5\text{cm}$

$$K = \omega^2 m = 400.0{,}2 = 80\text{N/m} \Rightarrow F = K|x| = 80.0{,}025 = 2\text{N}$$

Ví dụ 6: Con lắc lò xo treo thẳng đứng có lò xo nhẹ độ cứng k = 40N/m dao động theo phương thẳng đứng với tần số góc 10rad/s và biên độ A = 10cm. Chọn trục tọa độ thẳng đứng có chiều (+) hướng lên. Lấy g = 10m/s². Lực lò xo tác dụng lên điểm treo khi vật ở li độ dương và có tốc độ 80cm/s là:

A. 2,4N B. 2N C. 1,6N D. 5,6N

Hướng dẫn giải

Lực tác dụng lên điểm treo là lực đàn hồi

Vị trí li độ dương khi vật có tốc độ 80cm/s là:

$$x = \sqrt{A^2 - \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = 6\text{cm}$$

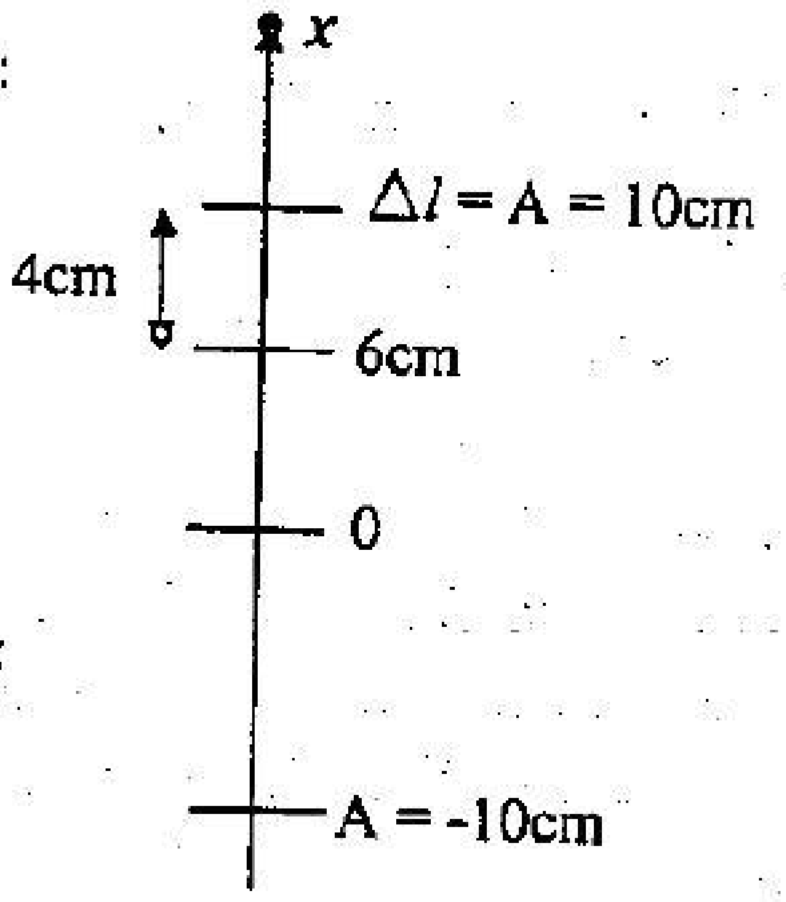
Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta l = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{100} 10\text{cm} = A$$

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí li độ x =6 cm:

$$\Delta x = A - x = 10 - 6 = 4$$

$$F = k.\Delta x = 40.0{,}04 = 1{,}6\text{N}$$



BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một con lắc lò xo trong quá trình dao động có chiều dài biến thiên từ 20cm đến 24cm. Biên độ dao động là:

A. 2cm B. 3cm C. 4cm D. 5cm

Hướng dẫn giải

Biên độ dao động: $A = \frac{\ell_{max} - \ell_{min}}{2} = \frac{24-20}{2} = 2\text{cm}$. *Chọn A*

Câu 2: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên $l_0 = 20cm$ treo thẳng đứng dao động với $\omega = 5\pi(rad/s)$, lấy $g = 10m/s^2$, $\pi^2 = 10$. Chiều dài tối đa của con lắc trong quá trình dao động là $l_{max} = 30cm$. Biên độ dao động của con lắc:

A. 4cm B. 5cm C. 6cm D. 10cm

Hướng dẫn giải

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta\ell = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{(5\pi)^2} = 0,04m = 4cm$$

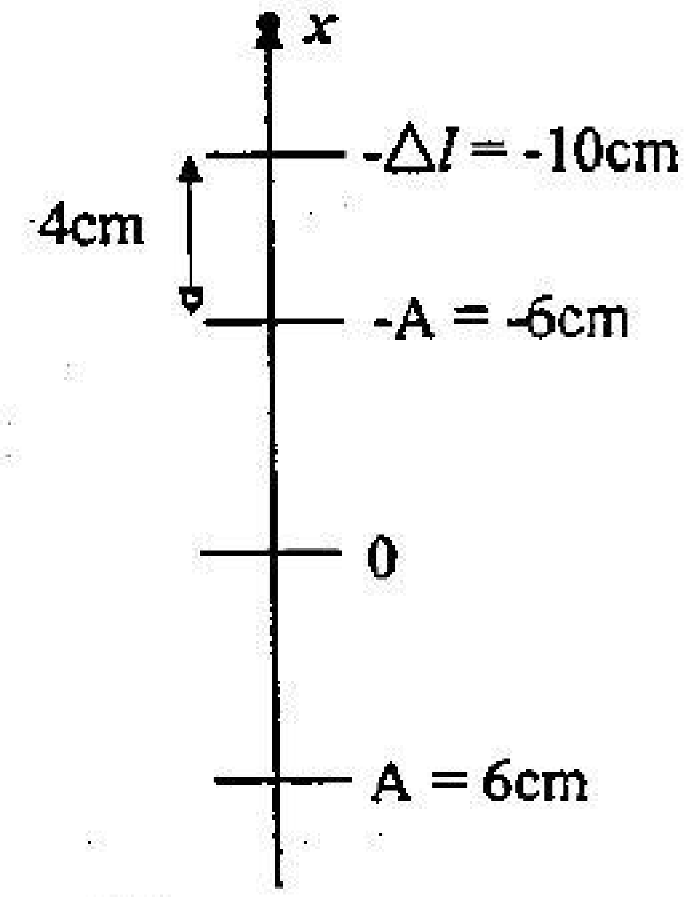
Biên độ dao động: $\ell_{max} = \ell_0 + \Delta\ell + A \Rightarrow A = \ell_{max} - \ell_0 - \Delta\ell = 30 - 20 - 4 = 6cm$

Chọn C

Câu 3: Một lò xo nhẹ đầu trên gắn cố định, đầu dưới gắn vật nhỏ m = 200g. Chọn trục Ox thẳng đứng, gốc O ở vị trí cân bằng của vật. Vật dao động điều hòa trên Ox với phương trình x = 6cos10t(cm), lấy $g = 10m/s^2$, khi vật ở vị trí cao nhất thì lực đàn hồi của lò xo có độ lớn là

A. 0(N) B. 1,8(N)

C. 1(N) D. 0,8(N)



Hướng dẫn giải

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng: $\Delta\ell = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{100} = 10cm$

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí biên độ âm: $\Delta x = 10 - 6 = 4cm$

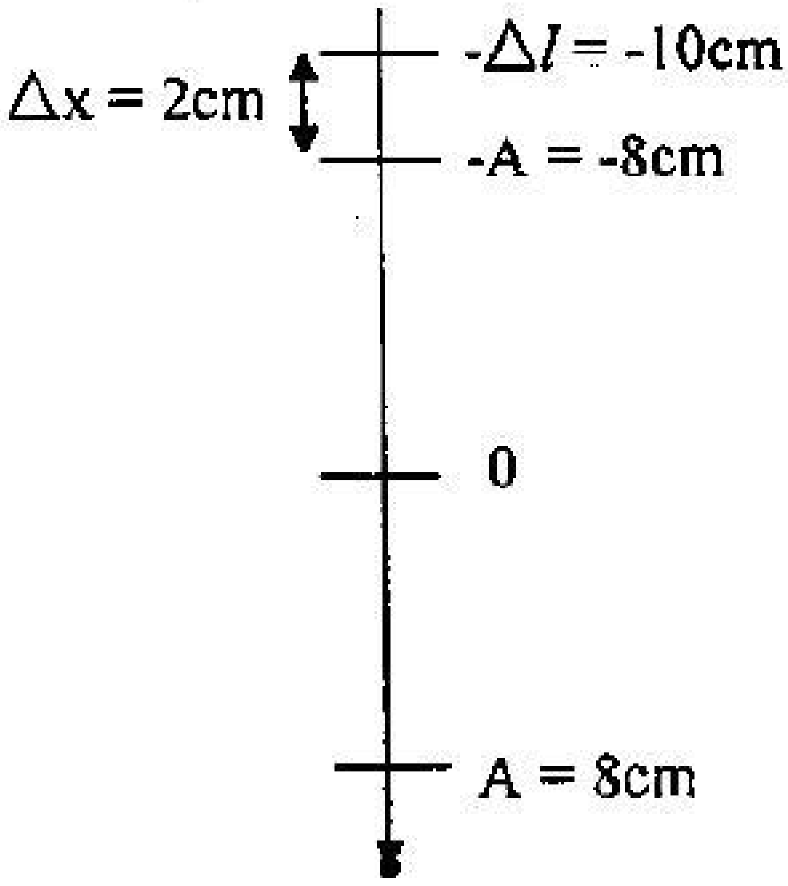
Lực đàn hồi tại vị trí biên độ âm:

$F = k\Delta x = \omega^2 m.\Delta x = 100.0,2.0.04 = 0,8N$

Câu 4: Một lò xo nhẹ đầu trên gắn cố định, đầu dưới gắn vật nhỏ m=500g. Chọn trục Ox thẳng đứng, gốc O ở vị trí cân bằng của vật. Vật dao động điều hòa trên Ox với phương trình x = 8cos10t(cm), lấy $g = 10m/s^2$, khi vật ở vị trí cao nhất thì lực đàn hồi của lò xo có độ lớn là

A. 0(N) B. 1,8(N)

C. 1(N) D. 2,5(N)



Hướng dẫn giải

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng:

$$\Delta\ell = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{100} = 10cm$$

Độ biến dạng của lò xo tại vị trí biên độ âm:

$\Delta x = 10 - 8 = cm$

Lực đàn hồi tại vị trí biên độ âm:

$F = k.\Delta x = \omega^2 m.\Delta x = 100.0,5.0,02 = 1N$

Câu 5: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, lò xo có độ cứng k = 10N/m, vật có khối lượng m = 50g. Cho vật dao động với biên độ 3 cm.

Lấy g = 10m/s², $\pi^2 = 10$. Lực đàn hồi của lò xo cực tiểu và cực đại là:

A. $F_{min} = 0$; $F_{max} = 0,8N$.
B. $F_{min} = 0$; $F_{max} = 0,2$ (N)
C. $F_{min} = 0,2N$; $F_{max} = 0,8$ (N)
D. $F_{min} = 20N$; $F_{max} = 80$ (N)

Hướng dẫn giải

$$\Delta\ell = \frac{mg}{K} = \frac{0,05.10}{10} = 5cm > A = 3 \Rightarrow F_{min} \neq 0 \text{ (loại A, B)}$$

$$F_{min} = k(\Delta\ell - A) = 10(0,05 - 0,03) = 0,2N$$

$$F_{max} = k(\Delta\ell + A) = 10(0,05 + 0,03) = 0,8N$$. ***Chọn A***

Câu 6: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng tại nơi có gia tốc g = 10m/s², lò xo có độ cứng k = 50N/m. Khi vật dao động thì lực kéo cực đại và lực nén cực đại của lò xo lên giá treo vật lần lượt là 4N và 2N. Vận tốc cực đại của dao động là

A. $40\sqrt{5}cm/s$.
B. $30\sqrt{5}cm/s$.
C. $50\sqrt{5}cm/s$.
D. $60\sqrt{5}cm/s$.

Hướng dẫn giải

Lực kéo cực đại: $F_{k\,max} = k(\Delta\ell + A) = 4 \quad (1)$

Lực nén cực đại: $F_{n\,max} = k(A - \Delta\ell) = 2$

$$\frac{A + \Delta\ell}{A - \Delta\ell} = 2 \Rightarrow A = 3\Delta\ell$$

$$(1) \Rightarrow k.4\Delta l = 4 \Rightarrow \Delta l = \frac{1}{k} = \frac{1}{50} = 0,02m = 2cm \Rightarrow A = 6cm$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta\ell}} = \sqrt{\frac{10}{0,02}} = 10\sqrt{5}rad/s$$

$$v_{max} = \omega A = 10\sqrt{5}.6 = 60\sqrt{5}cm/s$$. ***Chọn D.***

Dạng 9. XÁC ĐỊNH NĂNG LƯỢNG CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Kiến thức cần nhớ:

Phương trình dao động có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ m

Phương trình vận tốc: $v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi)$ m/s

a) **Thế năng:** $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$

b) **Động năng:** $W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \varphi)$;

với $k = m\omega^2$

c) **Cơ năng:** $W = W_t + W_đ = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$.

+ $W_t = W - W_đ$
+ $W_đ = W - W_t$

Khi $W_t = W_đ \Rightarrow x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$ khoảng thời gian để $W_t = W_đ$ là: $\Delta t = \frac{T}{4}$

Khi $W_đ = nW_t \Rightarrow x = \pm\frac{1}{\sqrt{n+1}}A$

+ . Thế năng và động năng của vật biến thiên tuần hoàn với cùng tần số góc $\omega' = 2\omega$, tần số dao động $f' = 2f$ và chu kì $T' = T/2$.

Chú ý: Khi tính năng lượng phải đổi khối lượng về kg, vận tốc về m/s, li độ về mét

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một con lắc lò xo gồm vật nặng khối lượng m = 0,2kg và lò xo có độ cứng k = 20N/m đang dao động điều hòa với biên độ A = 6cm. Vận tốc của vật khi đi qua vị trí có thế năng bằng 3 lần động năng là.

A. v = –0,3m/s B. v = +0,3m/s C. v = ± 0,3m/s D. v = 0,18m/s

Hướng dẫn giải

Tần số góc dao động của vật: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10Rad/s$

$$W_t = 3W_đ \Rightarrow W_đ = \frac{1}{3}W_t \Rightarrow x = \pm\frac{1}{\sqrt{n+1}}A = \pm\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{3}+1}}A = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}A = \pm3\sqrt{3}cm$$

Vận tốc tại vị trí $W_t = 3W_đ$ là:

$$\Rightarrow v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pm10\sqrt{6^2 - \left(3\sqrt{3}\right)^2} = \pm30cm/s = \pm0,3m/s$$ $\Rightarrow$ ***Chọn C***

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo gồm vật m = 400g, và lò xo có độ cứng k = 100N/m. Lấy $\pi^2 = 10$. Kéo vật khỏi vị trí cân bằng 2cm rồi truyền cho nó vận tốc đầu 10π(cm/s). Năng lượng dao động của vật là:

A. 4J B. 40mJ C. 45mJ D. 0,4J

Hướng dẫn giải

Tần số góc dao động của vật: $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = 5\pi\ Rad/s$

Áp dụng hệ thức độc lập để xác định biên độ dao động:

$$A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{2^2 + \left(\frac{10\pi}{5\pi}\right)^2} = 2\sqrt{2}cm$$

Cơ năng của con lắc:

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.100.\left(2\sqrt{2}\right)^2.10^{-4} = 0,04(J) = 40mJ$$. ***Chọn B***.

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật có khối lượng 250g và tại vị trí cân bằng lò xo bị dãn 5cm. Lấy g = 10m/s. Trong quá trình dao động lực đàn hồi cực đại là 7,5N. Năng lượng của con lắc là.

A. 0,2J B. 0,5J C. 0,25J D. 0,4J

Hướng dẫn giải

Độ cứng của lò xo: $k = \frac{mg}{\Delta\ell} = \frac{0,25.10}{0,05} = 50N/m$

Lực đàn hồi cực đại: $F_{max} = k(\Delta l + A) = 7,5 \Rightarrow A = \frac{7,5}{K} - \Delta\ell = \frac{7,5}{50} - 0,05 = 10cm$

Cơ năng của con lắc:

$\Rightarrow E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}50.(10)^2.10^{-4} = 0,25(J)$. *Chọn C*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một con lắc dao động điều hòa theo phương ngang. Khi vật đi qua vị trí cân bằng có tốc độ 96cm/s. Biết khi $x = 4\sqrt{2}$ cm thì thế năng bằng động năng. Chu kì dao động của con lắc là:

A. 0,2s B. 0,32s C. 0,45s D. 0,52s

Hướng dẫn giải

$$\begin{cases} \text{Vận tốc của vật tại vị trí cân bằng}: v_0 = \omega A = 96cm/s \\ W_đ = W_t \Rightarrow x = \pm\frac{A\sqrt{2}}{2} = 4\sqrt{2} \Rightarrow A = 8cm \end{cases} \Rightarrow \omega = \frac{96}{8}$$

Chu kỳ dao động của con lắc: $T = \frac{2\pi}{12} = 0,52(s)$. *Chọn D*

Câu 2: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với biên độ A. Tỉ số giữa động năng và thế năng của con lắc khi vật đi qua vị trí có $v = \frac{\sqrt{3}}{2}v_{max}$ là:

A. 3 B. $\frac{1}{3}$ C. 2 D. $\frac{1}{2}$

Hướng dẫn giải

$$W_đ = nW_t \Rightarrow \begin{cases} x = \pm\frac{1}{\sqrt{n+1}}A \\ v = \pm\sqrt{\frac{n}{n+1}}v_{max} = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}v_{max} \end{cases} \Rightarrow \frac{n}{n+1} = \frac{3}{4}$$

$n = 3 \Rightarrow \frac{W_đ}{W_t} = 3$. *Chọn A*

Câu 3: Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ và lò xo có độ cứng $k = 100N/m$, dao động điều hòa với biên độ 0,1m. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi viên bi cách vị trí cân bằng 6cm thì động năng của con lắc bằng:

A. 0,64J B. 3,2mJ C. 6,4mJ D. 0,32J

Hướng dẫn giải

Động năng của vật tại vị trí $x = 6cm$

$W_d = \frac{1}{2}k\left(A^2 - x^2\right) = \frac{1}{2}.100\left(0,1^2 - 0,06^2\right) = 0,32J$. *Chọn D*

Dạng 10. BÀI TOÁN TÍNH QUÃNG ĐƯỜNG LỚN NHẤT VÀ NHỎ NHẤT VẬT ĐI ĐƯỢC TRONG KHOẢNG THỜI GIAN $0 < \Delta T < T/2$.

Vật có vận tốc lớn nhất khi qua VTCB, nhỏ nhất khi qua vị trí biên nên trong cùng một khoảng thời gian quãng đường đi được càng lớn khi vật ở càng gần VTCB và càng nhỏ khi càng gần vị trí biên.

Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển đường tròn đều.

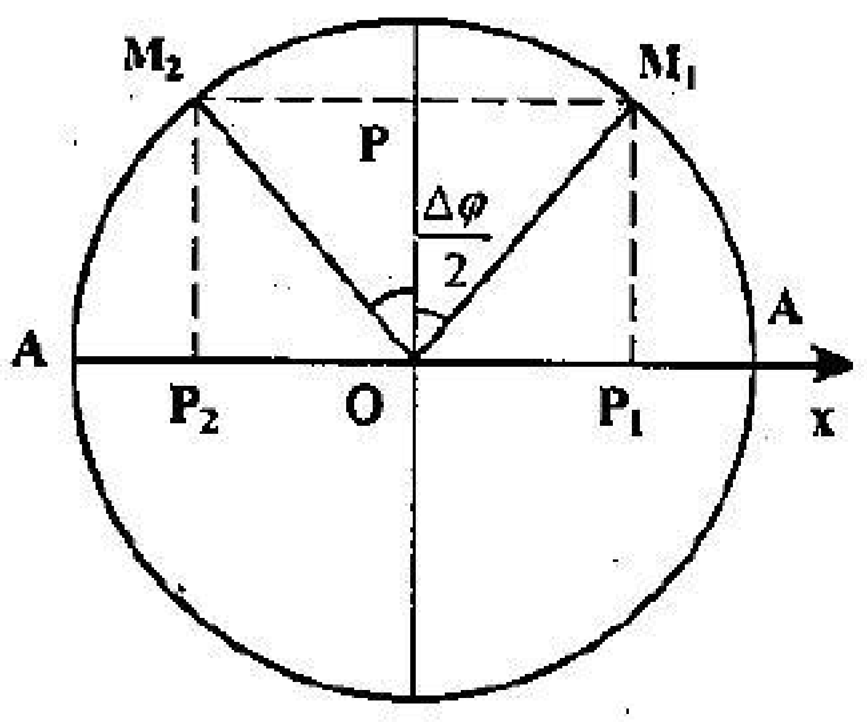
Góc quét $\Delta\varphi = \omega\Delta t$.

Quãng đường lớn nhất khi vật đi từ M_1 đến M_2 đối xứng qua trục sin (hình 1) :

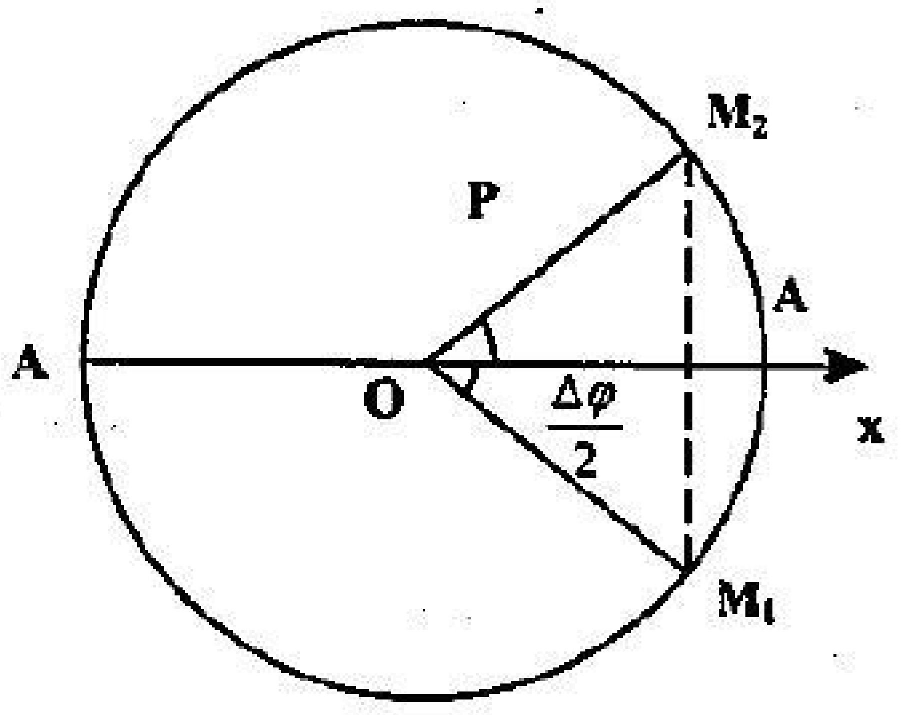
$$S_{max} = 2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2}$$

Quãng đường nhỏ nhất khi vật đi từ M_1 đến M_2 đối xứng qua trục cos (hình 2) :

$$S_{min} = 2A\left(1 - \cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right)$$



Hình 1



Hình 2

Lưu ý:

+ Trong trường hợp $\Delta t > T/2$

Tách $\Delta t = n\frac{T}{2} + \Delta t'$ trong đó $n \in N^*$; $0 < \Delta t' < \frac{T}{2}$

Trong thời gian $n\frac{T}{2}$ quãng đường luôn là 2nA. Trong thời gian Δt′ thì quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất tính như trên.

+ Tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất của trong khoảng thời gian Δt:

$$v_{tbmax} = \frac{S_{max}}{\Delta t} \text{ và } v_{tbmin} = \frac{S_{min}}{\Delta t} \text{ với } S_{max}; S_{min} \text{ tính như trên.}$$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox, quanh vị trí cân bằng O với biên độ A và chu kỳ T. Trong khoảng thời gian T/4, quãng đường lớn nhất mà vật có thể đi được là

A. A. B. 3A/2. C. $A\sqrt{3}$. D. $A\sqrt{2}$.

Hướng dẫn giải

$$\Delta\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{\Delta\varphi}{2} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow S_{max} = 2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2} = 2A\sin\frac{\pi}{4} = A\sqrt{2}.$$

Chọn D

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox, quanh vị trí cân bằng O với biên độ A và chu kỳ T. Trong khoảng thời gian T/3, quãng đường lớn nhất mà vật có thể đi được là:

A. $\sqrt{3}$A B. $\sqrt{2}$A C. A D. 1,5A

Hướng dẫn giải

Góc quét trong khoảng thời gian T/3: $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \frac{\Delta\varphi}{2} = \frac{\pi}{3}$

Quãng đường lớn nhất trong khoảng thời gian T/3:

$$S_{max} = 2A.\sin\frac{\Delta\varphi}{2} = 2A.\sin\frac{\pi}{3} = 2A.\frac{\sqrt{3}}{2} = A\sqrt{3}.$$ *Chọn A*

Ví dụ 3: Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì T. Trong khoảng thời gian ngắn nhất khi đi từ vị trí biên có li độ x = A đến vị trí $x = \frac{-A}{2}$, chất điểm có tốc độ trung bình là

A. $\frac{6A}{T}$. B. $\frac{9A}{2T}$. C. $\frac{3A}{2T}$. D. $\frac{4A}{T}$.

Hướng dẫn giải

Thời gian ngắn nhất vật đi từ biên độ A đến vị trí −A/2 là:

$$t_{min}\left(A \to -\frac{A}{2}\right) = t(A \to 0) + t\left(0 \to \frac{A}{2}\right) = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{3}$$

Quãng đường tương ứng trong thời gian trên là: $S = A + \frac{A}{2} = \frac{3A}{2}$

Tốc độ trung bình trong khoảng thời gian trên là: $v_{tb} = \frac{S}{t} = \frac{3A.3}{2.T} = \frac{9A}{2T}$.

Chọn B

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 4\cos(4\pi t + \pi/3)$. Tính quãng đường bé nhất mà vật đi được trong khoảng thời gian $\Delta t = 1/6$ (s):

A. 3 cm B. 4 cm C. $3\sqrt{3}$ cm D. $2\sqrt{3}$ cm

Hướng dẫn giải

Góc quét trong khoảng thời gian $\frac{1}{6}$ S:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = 4\pi.\frac{1}{6} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \frac{\Delta\varphi}{2} = \frac{\pi}{3}$$

$$S_{min} = 2A\left(1 - \cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right) = 2A\left(1 - \cos\frac{\pi}{3}\right) = A = 4cm$$. *Chọn B*

Câu 2: Một con lắc lò xo dao động điều hòa theo phương ngang với năng lượng dao động 1J và lực đàn hồi cực đại là 10 N. Gọi Q là đầu cố định của lò xo, khoảng thời gian ngắn nhất giữa 2 lần liên tiếp Q chịu tác dụng của lực kéo $5\sqrt{3}$ N là 0,1s. Quãng đường lớn nhất mà vật đi được trong 0,4s là

A. 60cm. B. 50cm. C. 55cm. D. $50\sqrt{3}$ cm.

Hướng dẫn giải

$$\begin{cases} \frac{1}{2}kA^2 = 1 \\ kA = 10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k = 50 \text{ N/m} \\ A = 20 \text{ cm} \end{cases} \text{ và } kx = 5\sqrt{3} \Rightarrow x = 10\sqrt{3}\text{cm}$$

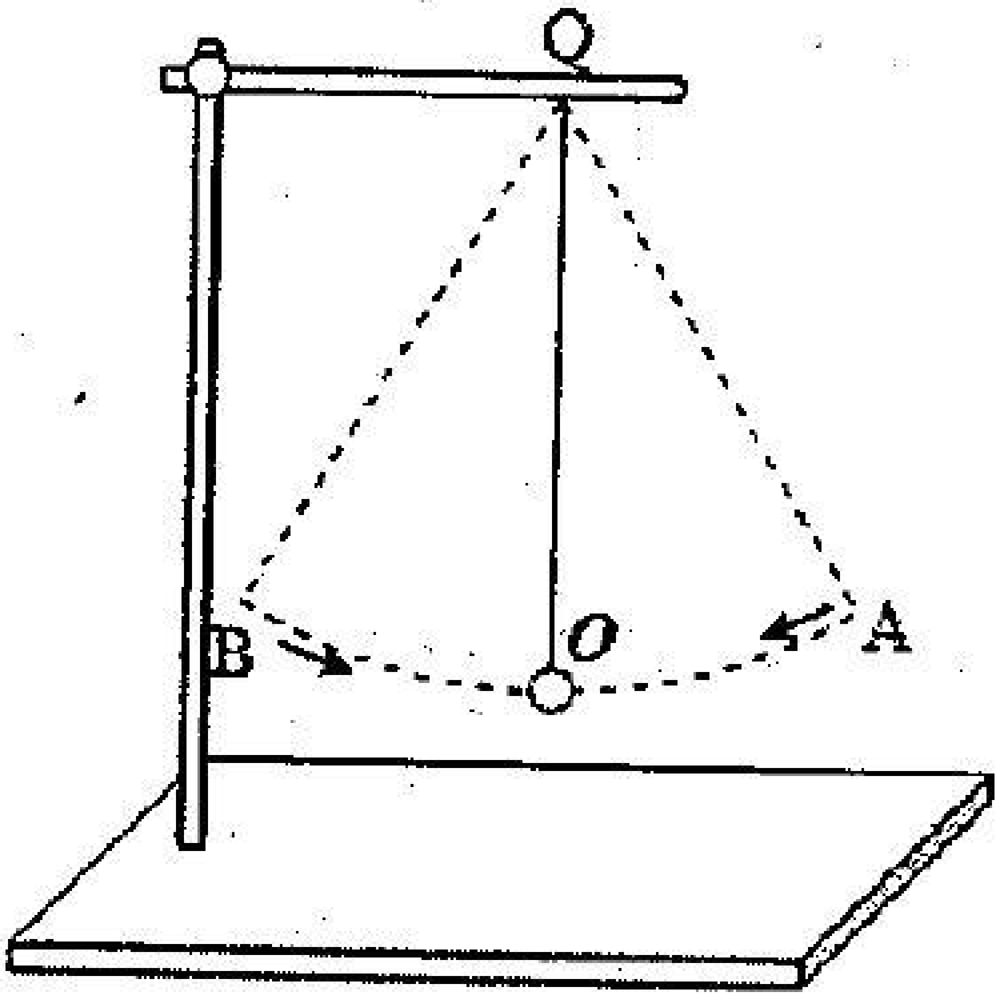
$$\Rightarrow t = 0,1 = \frac{T}{6} \Rightarrow T = 0,6s \Rightarrow S_{max} = 2A + A = 60cm.$$

Chọn A.

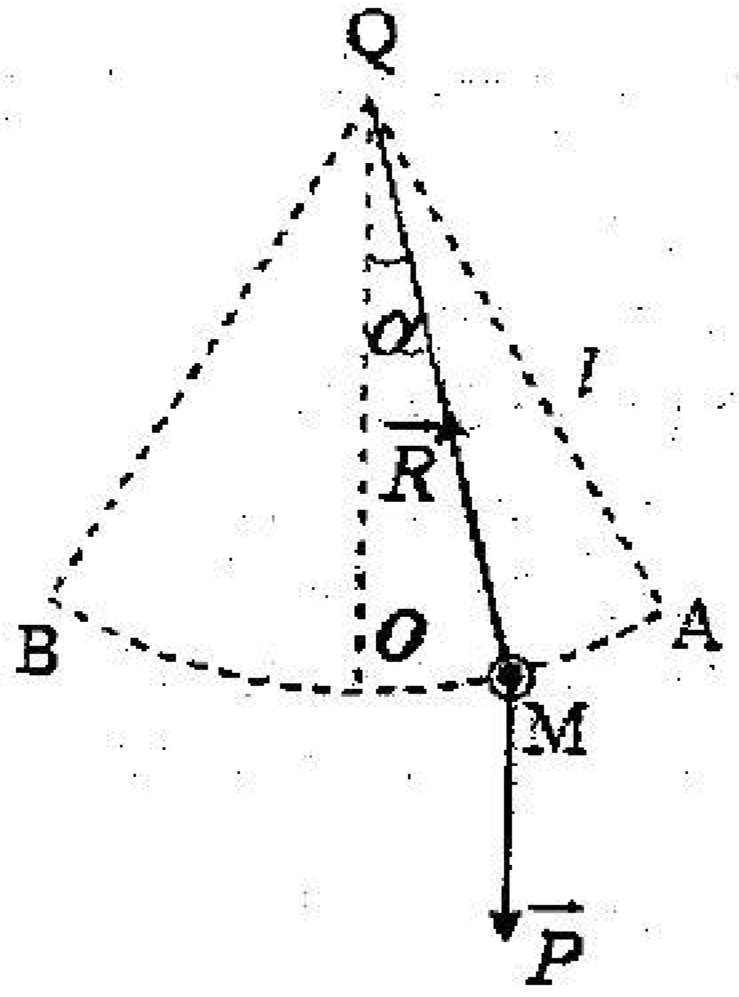
Chuyên đề 2

CÁC DẠNG BÀI TẬP CON LẮC ĐƠN

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT



a) Con lắc đơn.



b) Sơ đồ con lắc đơn.

1. Con lắc đơn:

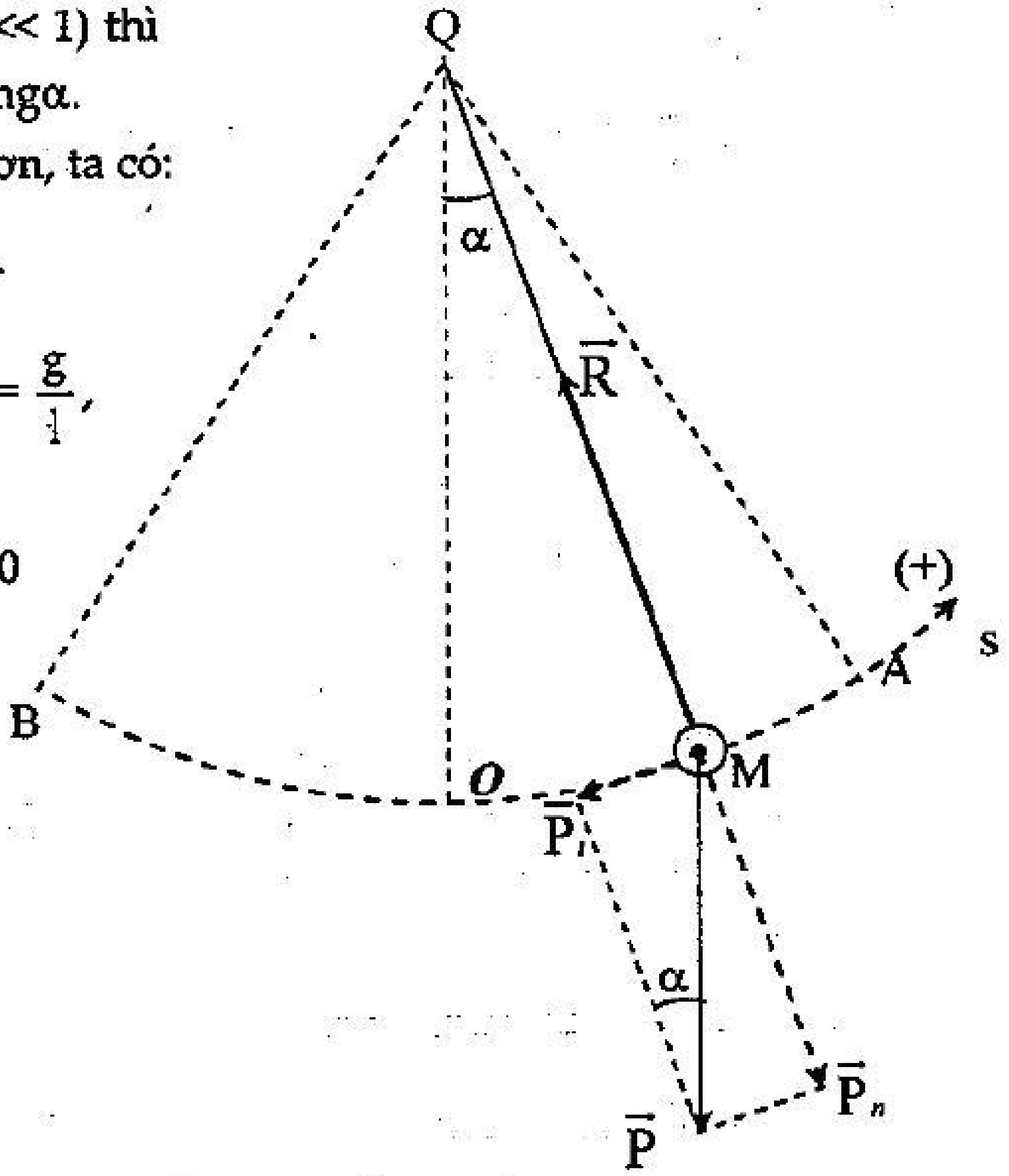
a. Cấu tạo: Con lắc đơn cấu tạo gồm: sợi dây nhẹ khối lượng không đáng kể có chiều dài *l*, không dãn. Một đầu sợi dây gắn vào một điểm cố định, đầu còn lại gắn với vật nhỏ có khối lượng m.

b. **Phương trình động lực học:**

- Đưa vật nặng dọc theo cung $\overset{\frown}{OA}$ đến vị trí A, với $\alpha_0 = \widehat{OQA}$ rồi thả nhẹ. Con lắc dao động trên cung tròn $\overset{\frown}{AB}$ xung quanh vị trí cân bằng O. Tại thời điểm t vật ở vị trí M được xác định bởi
  + li độ cong $s = \overset{\frown}{OM}$
  + hoặc li độ góc $\alpha = \widehat{OQM}$, với $s = l\alpha$.
- Các lực tác dụng lên con lắc: Trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{R}$ của dây.
- Phân tích $\vec{P} = \vec{P}_n + \vec{P}_t$ như hình vẽ.

+ Thành phần $\vec{P}_n$ theo phương sợi dây. Hợp lực của $\vec{P}_n$ và $\vec{R}$ đóng vai trò lực hướng tâm giữ cho vật chuyển động trên cung tròn. Hợp lực này không làm thay đổi tốc độ của vật.

+ Thành phần $\vec{P}_t$ đóng vai trò lực kéo về (lực hồi phục). Lực này có độ lớn mgsinα và luôn hướng về vị trí cân bằng O, nên $P_t = -mg\sin\alpha$.



+ Xét những dao động bé (α << 1) thì $\sin\alpha = \alpha = s/l$, do đó: $P_t = -mg\alpha$.

Áp dụng định luật II Niu-tơn, ta có:

$ma = ms'' = P_t = mg\alpha = -mg\frac{s}{l}$.

Suy ra: $s'' + \frac{g}{l}s = 0$. Đặt $\omega^2 = \frac{g}{l}$,

ta được:

$s'' + \omega^2 s = 0$ hay $\alpha'' + \omega^2\alpha = 0$

- Nghiệm: $s = S_0\cos(\omega t + \varphi)$ hay $\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$.
- Kết luận: *Dao động của con lắc đơn với góc lệch bé; khi bỏ qua ma sát là dao động điều hoà với chu kì:* $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP

Dạng 1. CHU KÌ CON LẮC ĐƠN

Chu kì con lắc đơn: $T = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$, $T = \frac{t}{n}$

Tần số: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$; tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Tần số dao động điều hoà của một con lắc đơn có chiều dài dây treo l tại nơi có gia tốc trọng trường g là

A. $f = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. B. $f = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$. C. $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$. D. $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Hướng dẫn giải

Đây là bài toán làm quen với công thức tính tần số con lắc đơn vì thế sẽ rất dễ dàng để có đáp án đúng. Tuy nhiên đây là công thức chủ đạo cho dạng toán này nên các bạn không được phép nhầm lẫn.

Tần số dao động của con lắc đơn là: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}}$ ⇒ *Chọn C*

Ví dụ 2: Tại nơi có gia tốc trọng trường 9,8 m/s², con lắc đơn dao động điều hoà với chu kì $\frac{2\pi}{7}$s. Tính chiều dài, tần số và tần số góc của dao động của con lắc.

A. $l = 0{,}2m$; $f = 1{,}2Hz$; $\omega = 7$ rad/s
B. $l = 0{,}3m$; $f = 1{,}1Hz$; $\omega = 6{,}7$rad/s
C. $l = 0{,}2m$; $f = 1{,}1Hz$; $\omega = 7$ rad/s
D. $l = 0{,}3m$; $f = 1{,}1Hz$; $\omega = 6{,}7$rad/s

Phân tích:

Bây giờ chúng ta thử áp dụng và tính các đại lượng liên quan đến công thức trên. ở đây các bạn lưu ý rằng: đơn vị của các đại lượng trong công thức phải tính theo đơn vị SI.

Hướng dẫn giải

Để bài cho chu kỳ dao động nên ta xuất phát từ công thức tính chu kỳ:

Ta có: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$

Chiều dài con lắc: $l = \dfrac{gT^2}{4\pi^2} = 0{,}2$ m

Tần số dao động của con lắc: $f = \dfrac{1}{T} = 1{,}1$ Hz

Tần số góc dao động của con lắc: $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 7$ rad/s. *Chọn C*

Ví dụ 3: Tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9{,}8$ m/s², một con lắc đơn và một con lắc lò xo dao động điều hòa với cùng tần số. Biết con lắc đơn có chiều dài 49 cm, lò xo có độ cứng 10 N/m. Tính khối lượng vật nhỏ của con lắc lò xo.

A. m = 450g
B. m = 500g
C. m = 550g
D. m = 600g

Phân tích: Bài toán là dịp chúng ta ôn lại công thức tính tần số của con lắc lò xo, giữa hai con lắc có tần số về mặt toán học giống nhau. Cụ thể là:

Hướng dẫn giải

Tần số dao động của con lắc đơn là: $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$

Tần số dao động của con lắc lò xo là: $f' = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

Theo giả thuyết $f = f' \Leftrightarrow \sqrt{\dfrac{g}{\ell}} = \sqrt{\dfrac{k}{m}} \Rightarrow m = \dfrac{l.k}{g} = 500$ g. *Chọn B*

Chú ý: Bài toán trông có vẻ khá dễ nhưng nếu các bạn để ý, nó có ý nghĩa rất lớn trong đời sống. Chỉ cần biết được độ cứng của lò xo (điều này khi mua trên lò xo đã có), khối lượng quả nặng (chỉ cần cho lên cân là biết ngay) và chiều dài sợi dây (chỉ cần lấy thước đo là biết) từ đó ta có thể tính được gia tốc rơi tự do g. Tầm quan trọng của nó thì các bạn biết rồi: chỉ cần đo được giá trị của g người ta có thể biết được vùng đất đó có khoáng sản hay dầu mỏ hay bình thường.

Ví dụ 4: Hai con lắc đơn dao động điều hòa với chu kỳ lần lượt là $T_1 = 2,4$ s và $T_2 = 1,8$ s. Giả sử tại thời điểm t hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng theo cùng chiều thì sau đó bao lâu cả hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng theo cùng chiều như trên.

A. $\Delta t = 9,6s$ B. $\Delta t = 4,8s$ C. $\Delta t = 7,2s$ D. $\Delta t = 3,6s$

Phân tích:

Do tính tuần hoàn của chuyển động nên con lắc chuyển động nhanh hơn sẽ gặp con lắc chuyển động chậm hơn cũng có tính tuần hoàn. Thời gian tuần hoàn mà hai con lắc gặp nhau được gọi là thời gian trùng phùng. Hai con lắc dao động như trên gọi là hai con lắc trùng phùng.

Hướng dẫn giải

Gọi thời gian cả hai con lắc cùng qua vị trí cân bằng theo cùng chiều là Δt (còn gọi là khoảng thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp).

Ta có: $\Delta t = N_1T_1 = N_2T_2$

(với N_1 và N_2 là số dao động con lắc I và II thực hiện trong thời gian Δt)

Mà theo bài ra: $T_1 = \frac{4}{3}T_2 \Rightarrow N_2 = \frac{4}{3}N_1$. Ta thấy khi con lắc I thực hiện được 4 dao động thì con lắc 2 thực hiện được 3 dao động nên thời gian trùng phùng là: $\Delta t = 4T_1 = 4.2,4 = 9,6s$ đối với con lắc 1.

Cũng có thể là: $\Delta t = 3T_2 = 3.1,8 = 9,6s$ đối với con lắc 2. *Chọn A*

Ví dụ 5: Con lắc đơn có chiều dài l_1 dao động điều hòa với chu kì T_1=1,5s, con lắc có chiều dài l_2 dao động điều hòa với chu kì $T_2 = 0,9s$. Tính chu kì của con lắc chiều dài $l_1 - l_2$ tại nơi đó.

A. $T_- = 1,5s$ B. $T_- = 1,8s$ C. $T_- = 0,9s$ D. $T_- = 1,2s$

Hướng dẫn giải

Con lắc chiều dài l_1 có: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \Leftrightarrow l_1 = \frac{T_1^2 g}{4\pi^2}$

Con lắc chiều dài l_2 có: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \Leftrightarrow l_2 = \frac{T_2^2 g}{4\pi^2}$

Con lắc có chiều dài l có: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Leftrightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$

Theo đề cho: $l = l_1 - l_2 \Leftrightarrow \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{T_1^2 g}{4\pi^2} - \frac{T_2^2 g}{4\pi^2} \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2} = \sqrt{1,5^2 + 0,9^2} = 1,2(s)$.

Chọn D.

Ví dụ 6: Một con lắc đơn có chu kì 2(*s*). Nếu tăng chiều dài con lắc thêm 20,5(*cm*) thì chu kì dao động là 2,2(*s*). Tìm gia tốc trọng trường nơi làm thí nghiệm

A. g = 10 m/s² B. g = 9,625 m/s² C. g = 9,81 m/s² D. g = 15 m/s²

Phân tích: *Gia tốc trọng trường không thể có giá trị lớn hơn 10 m/s² trừ khi có lực lạ tác dụng vào (chúng ta sẽ học ngay phần sau của chuyên đề này). Vì thế loại ngay đáp án D.*

Hướng dẫn giải

Con lắc có chiều dài l_1 dao động với chu kì: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} = 0,2(s) \Leftrightarrow l_1 = \frac{T_1^2 g}{4\pi^2} = \frac{g}{\pi^2}$

Con lắc có chiều dài l_2 dao động với chu kì: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2,2(s) \Leftrightarrow l_2 = \frac{T_2^2 g}{4\pi^2} = \frac{1,21g}{\pi^2}$

Mà $l_2 = l_1 + 0,205 \Rightarrow \frac{1,21g}{\pi^2} = \frac{g}{\pi^2} + 0,205 \Leftrightarrow g = 9,625(m/s^2)$. *Chọn B*

Ví dụ 7: Một con lắc đơn chiều dài 99(*cm*) có chu kì dao động 2(*s*) tại A. Đem con lắc đến B, ta thấy con lắc thực hiện 100 dao động mất 199(s). Hỏi gia tốc trọng trường tại B tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm so với gia tốc trọng trường tại A.

A. Tăng 1% B. Giảm 1% C. Tăng 2% D. Giảm 2%

Phân tích: *Bài toán đơn giản chỉ tìm gia tốc trọng trường của con lắc đặt tại hai vị trí khác nhau khi cho chu kỳ của hai con lắc.*

Hướng dẫn giải:

Tính gia tốc trọng trường tại A:

Từ $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_A}} \Rightarrow g_A = \frac{4\pi^2 l}{T_A^2} = \frac{4\pi^2.0,99}{4^2} = 9,76(m/s^2)$

Chu kì con lắc tại B: $T_B = \frac{t}{n} = \frac{199}{100} = 1,99(s)$

Gia tốc trọng trường tại B:

$g_B = \frac{4\pi^2 l}{T_B^2} = \frac{4\pi^2.0,99}{1,99^2} = 9,86 m/s^2 \Rightarrow \frac{\Delta g}{g_A} = \frac{g_B - g_A}{g_A} = 0,01 = 1\%$

Vậy gia tốc trọng trường tại B tăng 1% so với gia tốc trọng trường tại A. *Chọn A.*

Ví dụ 8: Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian Δt, con lắc thực hiện được 60 dao động toàn phần, thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44(cm) thì cũng trong khoảng thời gian Δt, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Tìm chiều dài ban đầu của con lắc.

A. l_1 = 100(cm) B. l_1 = 120(cm) C. l_1 = 140(cm) D. l_1 = 160(cm)

Phân tích: Đây là dạng bài toán cho chu kỳ, tìm chiều dài. Khi chiều dài thay đổi một lượng Δl thì chu kỳ cũng thay đổi, điều này gợi ý cho ta: phải cần hai phương trình để tìm ra nghiệm của bài toán. Vì bài toán có hai ẩn nên cần có hai phương trình. Cụ thể như sau:

Hướng dẫn giải

Chu kì con lắc đơn ban đầu: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} = \frac{\Delta t}{N_1}$ (1)

Chu kì con lắc khi thay đổi: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = \frac{\Delta t}{N_2}$ (2)

Lấy (1) chia (2) theo từng vế, $\frac{(1)}{(2)} \Leftrightarrow \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = \left(\frac{50}{60}\right)^2 = \frac{25}{36}$ (3)

Từ (3) $\Rightarrow l_2 > l_1 \Rightarrow l_2 = l_1 + 44$ (4)

Giải hệ (3) và (4), ta được $l_1 = 100(\text{cm})$ và $l_2 = 144(\text{cm})$

Vậy chiều dài ban đầu của con lắc là 100cm. *Chọn A.*

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 1: Tại một nơi xác định, chu kì dao động điều hoà của con lắc đơn tỉ lệ thuận với

A. gia tốc trọng trường.

B. chiều dài con lắc.

C. căn bậc hai của gia tốc trọng trường

D. căn bậc hai của chiều dài con lắc.

Hướng dẫn giải

Chu kỳ dao động của con lắc đơn: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

Từ biểu thức ta thấy: chiều dài l và gia tốc trọng trường g đều nằm trong hàm căn bậc hai. Dễ dàng nhận ra: chu kỳ tỉ lệ thuận với căn bậc hai của chiều dài l và tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của gia tốc trọng trường g.

Chọn D.

Câu 2: Tại một nơi trên mặt đất, chu kì dao động điều hoà của con lắc đơn

A. tăng khi khối lượng vật nặng của con lắc tăng.

B. không đổi khi khối lượng vật nặng của con lắc thay đổi.

C. không đổi khi chiều dài dây treo của con lắc thay đổi.

D. tăng khi chiều dài dây treo của con lắc giảm.

Hướng dẫn giải

A. tăng khi khối lượng vật nặng của con lắc tăng. **Sai**, vì chu kỳ dao động của con lắc đơn không phụ thuộc vào khối lượng.

B. không đổi khi khối lượng vật nặng của con lắc thay đổi. **Đúng** theo lý luận ở trên.

C. không đổi khi chiều dài dây treo của con lắc thay đổi. **Sai,** vì chu kỳ dao động của con lắc đơn phụ thuộc và tỉ lệ thuận với căn bậc hai chiều dài dây.

D. tăng khi chiều dài dây treo của con lắc giảm. **Sai,** vì chu kỳ dao động của con lắc đơn tỉ lệ thuận với căn bậc hai chiều dài dây nên chiều dài giảm thì chu kỳ giảm.

Chọn B

Câu 3: Khi đưa một con lắc đơn lên cao theo phương thẳng đứng (coi chiều dài của con lắc không đổi) thì tần số dao động điều hoà của nó sẽ

A. giảm vì gia tốc trọng trường giảm theo độ cao.

B. không đổi vì gia tốc trọng trường không thây đổi theo độ cao.

C. tăng vì tần số dao động điều hoà của nó tỉ lệ nghịch với gia tốc trọng trường

D. không đổi vì chu kỳ dao động điều hoà của nó không phụ thuộc vào gia tốc trọng trường

Hướng dẫn giải

A. giảm vì gia tốc trọng trường giảm theo độ cao.

Tần số dao động của con lắc đơn là: $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$

Tần số tỉ lệ thuận với căn bậc hai gia tốc trọng trường.

Gia tốc trọng trường tại vị trí có độ cao h là: $g_h = g\left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2$

Càng lên cao gia tốc trọng trường càng giảm vì thế tần số dao động của con lắc đơn cũng giảm theo. **Chọn A**

B. **Thay đổi** vì gia tốc trọng trường thay đổi theo độ cao.

C. Tăng vì tần số dao động điều hoà của nó **tỉ lệ thuận** với **căn bậc hai** gia tốc trọng trường.

D. **Thay đổi** vì chu kỳ dao động điều hoà của nó **phụ thuộc** vào gia tốc trọng trường

Câu 4: Tại cùng một nơi trên Trái Đất, con lắc đơn có chiều dài ℓ dao động điều hòa với chu kì 2 s, con lắc đơn có chiều dài 2ℓ dao động điều hòa với chu kì là

A. 2 s. B. $2\sqrt{2}$ s. C. $\sqrt{2}$ s. D. 4 s.

Hướng dẫn giải

Chu kỳ con lắc ứng với chiều dài *l* và *2l* là:

$$\ell \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$2\ell \rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{g}} = \sqrt{2}.2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = \sqrt{2}T = 2\sqrt{2}s$$ ***Chọn B***

Câu 5: Tại một nơi trên mặt đất, con lắc đơn có chiều dài ℓ đang dao động điều hòa với chu kì 2 s. Khi tăng chiều dài của con lắc thêm 21 cm thì chu kì dao động điều hòa của nó là 2,2 s. Chiều dài ℓ bằng:

A. 2 m. B. 1 m. C. 2,5 m. D. 1,5 m.

Hướng dẫn giải

Chu kỳ con lắc ứng với chiều dài l và $l + 21cm$ là: $\begin{cases} \ell \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} \\ \ell + 21\text{cm} \rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell + 21}{g}} \end{cases}$

Tỉ số chu kỳ của hai con lắc: $\dfrac{T}{T'} = \sqrt{\dfrac{\ell}{\ell + 21}} = \dfrac{2}{2,2}$

$\Leftrightarrow 4{,}48l = 4l + 4.21 \Rightarrow l = 100\text{cm} = 1\text{m}$. *Chọn B*

Câu 6: Hai con lắc đơn có chiều dài là l_1 và l_2. Tại cùng một nơi các con lắc có chiều dài $l_1 + l_2$ và $l_1 - l_2$ dao động với chu kì lần lượt là 2,7s và 0,9s. Chu kì dao động của hai con lắc có chiều dài l_1 và l_2 lần lượt là:

A. 2s và 1,8s B. 0,6s và 1,8s C. 2,1s và 0,7s D. 5,4s và 1,8s

Hướng dẫn giải

Chu kỳ con lắc ứng với chiều dài $l_1 + l_2$ và $l_1 - l_2$ là:

$$\begin{cases} T_+ = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell_1 + \ell_2}{g}} = 2{,}7 \quad (1) \\ T_- = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell_1 - \ell_2}{g}} = 0{,}9 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{\frac{\ell_1 + \ell_2}{\ell_1 - \ell_2}} = \frac{2{,}7}{0{,}9} = 3 \Leftrightarrow \ell_1 + \ell_2 = 9\ell_1 + 9\ell_2 \Rightarrow \ell_2 = \frac{8}{10}\ell_1 = \frac{4}{5}\ell_1$$

Thay vào (1) ta được:

$$T_+ = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_1 + \frac{4}{5}\ell_1}{g}} = \frac{3}{\sqrt{5}}T_1 = 2{,}7 \Rightarrow T_1 = \frac{2{,}7}{13}.\sqrt{5} = 2(s)$$

$$T_+ = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{4}{5}\ell_2 + \ell_2}{g}} = \frac{3}{2}T_2 = 2{,}7 \Rightarrow T_2 = \frac{2}{3}.2{,}7 = 1{,}8(s)$$

Chọn A

Câu 7: Một con lắc đơn gồm quả cầu nhỏ khối lượng m được treo vào một đầu của sợi dây mềm, nhẹ, không dãn, dài 64cm. Con lắc dao động tại nơi có gia tốc trọng trường g. Lấy $g = \pi^2 (m/s^2)$. Chu kì dao động của con lắc là

A. 2s. B. 1,6s. C. 1s. D. 0,5s.

Hướng dẫn giải

Chu kỳ con lắc là: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{0,64}{\pi^2}} = 1,6(s)$. ***Chọn B***

Câu 8: Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian Δt, con lắc thực hiện 60 dao động toàn phần; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44 cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 144 cm. B. 60 cm. C. 80 cm. D. 100 cm.

Hướng dẫn giải

Gọi chu kỳ con lắc chiều dài l_1, l_2 là T_1;T_2

Xét trong khoảng thời gian Δt như nhau thì: $60T_1 = 50T_2$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \frac{6}{5} \quad \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{36}{25} \quad \Rightarrow l_2 = \frac{36}{25}l_1 \text{ và } l_2 = l_1 + 44.$$

Giải hệ được: l = 100 cm. ⟹ ***Chọn D***

Dạng 2: BIẾN ĐỔI CHU KÌ CON LẮC ĐƠN

Xác định thời gian đồng hồ quả lắc (được xem như con lắc đơn) chạy sai trong một ngày đêm khi thay đổi nhiệt độ, độ cao, độ sâu và vị trí trên trái đất.

1. Phương pháp chung

- Gọi T_1 là chu kỳ chạy đúng; T_2 là chu kỳ chạy sai
- Trong thời gian: T_1 (s) đồng hồ chạy sai $|T_2 - T_1|$ (s);

  1(s) đồng hồ chạy sai $\dfrac{|T_2 - T_1|}{T_1}$ (s).
- Vậy trong 1 ngày đêm Δt = 86400(s) đồng hồ chạy sai:

$$\boxed{\theta = \Delta t.\frac{|T_2 - T_1|}{T_1} = 86400\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right|(s)}$$

Các bước giải

- Bước 1: Từ các công thức có liên quan đến yêu cầu của bài tập, thiết lập tỉ số $\dfrac{T_2}{T_1}$
- Bước 2: Biện luận
  + Nếu $\dfrac{T_2}{T_1} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1$: chu kỳ tăng ⟹ đồng hồ chạy chậm lại.
  + Nếu $\dfrac{T_2}{T_1} < 1 \Rightarrow T_2 < T_1$: chu kỳ giảm ⟹ đồng hồ chạy nhanh lên.

- Bước 3: Xác định thời gian đồng hồ quả lắc chạy nhanh hay chậm trong một ngày đêm bằng công thức:

$$\boxed{\theta = \Delta t.\frac{|T_2 - T_1|}{T_1} = 86400\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right|(s)}$$

a. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai khi thay đổi nhiệt độ (Các yếu tố khác không đổi)

Chu kỳ con lắc ở nhiệt độ t_1 (đồng hồ chạy đúng) và t_2 (đồng hồ chạy sai) là:

$$l_1 = l_0(1 + \lambda t_1) \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\lambda t_1)}{g}}$$

$$l_2 = l_0(1 + \lambda t_2) \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\lambda t_2)}{g}}$$

Ta có: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1+\lambda t_2}{1+\lambda t_1}} = (1+\lambda t_2)^{1/2}(1+\lambda t_2)^{-1/2}$

Vì (λt_1), $(\lambda t_2) << 1$ nên áp dụng các công thức gần đúng, ta có:

$$\frac{T_2}{T_1} \approx 1 + \frac{1}{2}\lambda(t_2 - t_1)$$

- Biện luận:
  + Nếu $t_2 > t_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1$: chu kỳ tăng ⇒ đồng hồ chạy chậm lại.
  + Nếu $t_2 < t_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} < 1 \Rightarrow T_2 < T_1$: chu kỳ giảm ⇒ đồng hồ chạy nhanh lên.
- *Trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai:* $\boxed{\theta = 86400\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = 43200\lambda|t_2 - t_1|(s)}$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 9: Một đồng hồ quả lắc chỉ đúng giờ vào mùa nóng khi nhiệt độ trung bình là $32°C$. Con lắc của đồng hồ có thể xem là con lắc đơn và có chiều dài ở $0°C$ là $l_0 = 1(m)$. Hệ số nở dài của con lắc $\lambda = 2.10^{-5}K^{-1}$. Vào mùa lạnh nhiệt độ trung bình là 17°C. Hỏi đồng hồ sẽ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu sau 12h ?

A. Nhanh 5,64s B. Chậm 5,64s C. Chậm 6,48s D. Nhanh 6,48s

Hướng dẫn giải

$t_1 = 32°C; t_2 = 17°C; \lambda = 2.10^{-5}K^{-1}$

Gọi T_1 và T_2 là chu kỳ của con lắc ở $t_1 = 32^0C$ và $t_2 = 17^0C$.

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\lambda t_1)}{g}};\quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1+\lambda t_2)}{g}}$$

Vì $t_1 > t_2$ nên ta có: $\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{1}{2}\lambda(t_2 - t_1) < 1$

Chu kì giảm nên đồng hồ chạy nhanh.

Thời gian đồng hồ chạy nhanh trong 12h là:

$$\theta = \Delta t.\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = \Delta t.\frac{1}{2}\lambda|t_2 - t_1| = 43200.\frac{1}{2}.2.10^{-5}|290 - 305| = 6{,}43s$$

Chú ý: *Đơn vị của nhiệt độ là độ K. 1°C = 273°K.* ***Chọn D***

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 9: Quả lắc đồng hồ có thể xem là một con lắc đơn dao động tại một nơi có gia tốc trọng trường $g = 9{,}8\ m/s^2$. Ở nhiệt độ 15 °C đồng hồ chạy đúng và chu kì dao động của con lắc là T = 2 s. Nếu nhiệt độ tăng lên đến 25 °C thì đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao lâu trong một ngày đêm. Cho hệ số nở dài của thanh treo con lắc $\alpha = 4.10^{-5}\ K^{-1}$.

A. Nhanh 15,4s B. Chậm 15,4s C. Chậm 17,3s D. Nhanh 17,3s

Hướng dẫn giải

Ta có: $T' = T\sqrt{1 + \alpha(t' - t)} = 1{,}0002T > T$ nên đồng hồ chạy chậm. Thời gian chậm trong một ngày đêm là: $\Delta t = \frac{86700(T - T)}{T'} = 17{,}3$ s. ***Chọn C***

b. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai ở độ cao h và độ sâu d so với mực nước biển (coi nhiệt độ không đổi)

* Ở mực nước biển đồng hồ chạy đúng, khi đưa đồng hồ lên độ cao h thì đồng hồ chạy sai

- Ta có: $\begin{cases} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g}{g_h}} \\ g_h = g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{h}{R}$
- Lập luận: $\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{h}{R} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1$ đồng hồ chạy chậm lại.
- Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm: $\theta = 86400\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = 86400\frac{h}{R}$ (s)

* Ở mực nước biển đồng hồ chạy đúng, khi đưa đồng hồ xuống độ sâu h thì đồng hồ chạy sai

- Ta có: $\begin{cases} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g}{g_d}} \\ g_d = g\left(\frac{R-d}{R}\right) \end{cases} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{R}{R-d}} = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{d}{R}}} = \left(1 - \frac{d}{R}\right)^{-\frac{1}{2}}$

Vì $\frac{d}{R} << 1$, áp dụng công thức gần đúng ta có: $\frac{T_2}{T_1} \approx 1 + \frac{1}{2}\frac{d}{R}$

- Lập luận: $\frac{T_2}{T_1} \approx 1 + \frac{1}{2}\frac{d}{R} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1$ đồng hồ chạy chậm lại.
- *Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm:* $\boxed{\theta = 86400\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = 43200\frac{d}{R}\ (s)}$

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 10: Con lắc đồng hồ chạy đúng ở mặt đất, khi đưa con lắc lên độ cao $h = 1{,}6(km)$ thì một ngày đêm đồng hồ chạy nhanh chậm bao nhiêu? Biết bán kính trái đất $R = 6400(km)$

A. Chậm 21,6s B. Chậm 43,6s C. Nhanh 21,6s D. Nhanh 43,6s

Hướng dẫn giải

Gọi T_1 và T_2 là chu kỳ của con lắc ở mặt đất và ở độ cao *h*

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \text{ và } T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_h}} \text{ với } g_h = g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

Từ đó suy ra:

$\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{h}{R} > 1 \Rightarrow$ Chu kỳ tăng $\Rightarrow$ đồng hồ chạy chậm

Thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày đêm là: $\Delta t = 86400s$

$\theta = \Delta t.\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = \Delta t.\frac{h}{R} = 86400.\frac{1{,}6}{6400} = 21{,}6s$. *Chọn A*

Ví dụ 11: Con lắc đồng hồ chạy đúng ở mặt đất, khi đưa con lắc xuống độ sâu $s = 6400m$ so với mặt nước biển thì sau một ngày đêm đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu? Biết bán kính trái đất $R = 6400(km)$

A. Chậm 4,32s B. Chậm 43,2s C. Nhanh 43,2s D. Nhanh 4,32s

Hướng dẫn giải

Gọi T_1 và T_2 là chu kỳ của con lắc ở mặt đất và ở độ sâu d

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \text{ và } T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_d}} \text{ với } g_s = g\left(\frac{R}{R+d}\right)^2$$

Từ đó suy ra: $\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{d}{2R} > 1 \Rightarrow$ chu kỳ tăng $\Rightarrow$ đồng hồ chạy chậm

Thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày đêm $\Delta t = 86400s$:

$\theta = \Delta t.\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = \Delta t.\frac{d}{2R} = 86400.\frac{6{,}4}{2.6400} = 43{,}2s$. *Chọn B*

Chú ý: khi đưa con lắc lên cao hoặc xuống giếng sâu, chu kỳ đều tăng nên suy ra đồng hồ luôn chạy chậm.

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 10: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ trên mặt đất. Đưa đồng hồ lên cao 320m so với mặt đất thấy đồng hồ chạy chậm. Đưa đồng hồ xuống hầm mỏ sâu h′ so với mặt đất lại thấy đồng hồ chạy giống ở độ cao h. Xác định độ sâu của hầm mỏ? Coi nhiệt độ không thay đổi .

A. $h' = 1080m$ B. $h' = 640m$ C. $h' = 181m$ D. $h' = 717m$

Hướng dẫn giải

Gọi chu kỳ chạy đúng của đồng hồ là T_1; chu kỳ ở độ cao h và ở hầm mỏ là T_2 và T_2'. $\Rightarrow T_2 = T_2'$

$\Leftrightarrow \frac{h}{R}=\frac{h'}{2R}\Rightarrow h'=2h=640m\Rightarrow \frac{\Delta T}{T_2}=\frac{\Delta T'}{T_1}$. ***Chọn B***

Câu 11: Một đồng hồ quả lắc (xem như một con lắc đơn) chạy đúng ở mặt đất. Biết bán kính Trái đất là R = 6400 km.

a) Khi đưa đồng hồ lên độ cao h =1,6 km so với mặt đất thì trong một ngày đêm nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. Chậm 4,32s B. Chậm 21,6s C. Nhanh 21,6s D. Nhanh 4,32s

b) Khi đưa đồng hồ xuống một giếng sâu d = 800m so với mặt đất thì trong một ngày đêm nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. Chậm 5,4s B. Chậm 7,2s C. Nhanh 7,2s D. Nhanh 5,4s

Hướng dẫn giải

a) – Ta có: $\frac{T_2}{T_1}=1+\frac{h}{R}>1 \Rightarrow T_2 > T_1$ đồng hồ chạy chậm lại.

– Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm:

$$\theta = 86400\left|\frac{T_2}{T_1}-1\right| = 86400\frac{h}{R} = 21{,}6(s).$$ ***Chọn B***

b) – Ta có: $\frac{T_2}{T_1}\approx 1+\frac{1}{2}\frac{d}{R}>1 \Rightarrow T_2 > T_1$ đồng hồ chạy chậm lại.

– Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm:

c. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai khi cả độ cao (hoặc độ sâu) và nhiệt độ thay đổi

*) Tại mặt đất nhiệt độ t_1 đồng hồ chạy đúng. Khi đưa đồng hồ lên độ cao h nhiệt độ t_2 đồng hồ chạy sai.

- $$\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{g(1+\lambda t_2)}{g_h(1+\lambda t_1)}}=\left(1+\frac{h}{R}\right)(1+\lambda t_2)^{\frac{1}{2}}(1+\lambda t_1)^{-\frac{1}{2}}$$

Áp dụng các công thức gần đúng ta có: $\frac{T_2}{T_1}\approx 1+\frac{h}{R}+\frac{\lambda}{2}(t_2-t_1)$

- Nếu $t_2 > t_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1$: chu kỳ tăng ⇒ đồng hồ chạy chậm lại.
- Nếu $t_2 < t_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} < 1 \Rightarrow T_2 < T_1$: chu kỳ giảm ⇒ đồng hồ chạy nhanh lên.
- *Trong 1 ngày đêm đồng hồ chạy sai:*

$$\boxed{\theta = 86400\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = 86400}\quad \boxed{\left|\frac{h}{R} + \frac{\lambda}{2}(t_2 - t_1)\right|}(s).$$

*) Tại mặt đất nhiệt độ t_1 đồng hồ chạy đúng. Khi đưa đồng hồ xuống giếng sâu d nhiệt độ t_2. Trong 1 ngày đêm đồng hồ chạy sai:

Tương tự ta chứng minh được trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai:

$$\boxed{\theta = 86400\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = 43200\left|\lambda(t_2 - t_1) + \frac{d}{R}\right|(s).}$$

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 12: Con lắc của một đồng hồ quả lắc được coi như một con lắc đơn. Khi ở trên mặt đất với nhiệt độ t = 27 °C thì đồng hồ chạy đúng. Hỏi khi đưa đồng hồ này lên độ cao 1 km so với mặt đất thì thì nhiệt độ phải là bao nhiêu để đồng hồ vẫn chạy đúng? Biết bán kính Trái đất là R = 6400 km và hệ số nở dài của thanh treo con lắc là $\alpha = 1{,}5.10^{-5}\,K^{-1}$.

A. $t_h = 6{,}2^0C$ B. $t_h = 6{,}4^0C$ C. $t_h = 6{,}3^0C$ D. $t_h = 6{,}5^0C$

Phân tích: Ở nhiệt độ t = 27 °C đồng hồ chạy đúng. Khi đưa lên độ cao, gia tốc trọng trường giảm nên chu kỳ tăng. Muốn chu kỳ không đổi để đồng hồ chạy đúng ta phải giảm chiều dài con lắc xuống mà muốn giảm chiều dài thì phải giảm nhiệt độ.

Hướng dẫn giải:

Cách 1: Để đồng hồ vẫn chạy đúng thì chu kỳ của con lắc ở độ cao h và ở trên mặt đất phải bằng nhau hay:

$$2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{l(1+\alpha(t-t_h))}{g_h}} \Rightarrow t_h = t - \frac{1-\frac{g_h}{g}}{\alpha} = t - \frac{1-\left(\frac{R}{R+h}\right)^2}{\alpha} = 6{,}2\ ^0C.$$

Cách 2: Đồng hồ chạy sai khi cả độ cao và nhiệt độ thay đổi.

Theo đề ra đồng hồ vẫn chạy đúng nên áp dụng công thức gần đúng ta có:

$$\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{h}{R} + \frac{1}{2}\lambda(t_h - t) = 1 \Rightarrow t_h = t - \frac{2h}{R\lambda} = 6{,}2^oC.$$ ***Chọn A***

d. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai khi thay đổi vị trí trên trái đất (nhiệt độ không đổi)

- Tại nơi có gia tốc trọng trường g_1 đồng hồ chạy đúng với: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}}$

- Tại nơi có gia tốc trọng trường g_2 đồng hồ chạy sai với: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_2}}$
- Ta có $\frac{T_2}{T_1} \approx 1 - \frac{1}{2}\frac{\Delta g}{g_1}$
  - + Nếu $g_2 > g_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} < 1 \Rightarrow T_2 < T_1$ đồng hồ chạy nhanh lên.
  - + Nếu $g_2 < g_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1$ đồng hồ chạy chậm lại.
- Trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai: $\theta = 43200\left|\frac{\Delta g}{g_1}\right| = 43200\left|\frac{g_2}{g_1} - 1\right|$(s).

* **Nếu cả vị trí và nhiệt độ thay đổi thì trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai:**

$$\theta = 43200\left|\lambda(t_2 - t_1) - \frac{\Delta g}{g_1}\right|.$$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 13: Ở mặt đất một con lắc đơn có chu kì $T = 2(s)$. Biết khối lượng Trái đất gấp 81 lần khối lượng Mặt trăng và bán kính Trái đất gấp 3,7 lần bán kính Mặt Trăng. Tìm chu kì con lắc khi đưa con lắc lên Mặt trăng.

A. T'= 6,58s B. T'= 5,72s C. T'= 6,86s D. T'= 4,86s

Hướng dẫn giải

Chu kì con lắc khi ở Trái đất: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ với $g = \frac{GM}{R^2}$

Chu kì con lắc khi ở Mặt trăng: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$ với $g' = \frac{GM.3,7^2}{81.R^2}$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{81}{3,7^2}} = 2,43 \Rightarrow T' = 2,43T = 2,43.2 = 4,86(s)$$

Vậy chu kì con lắc khi ở mặt trăng là: 4,86 (s). ***Chọn D***

Ví dụ 14: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại Hà Nội $(T = 2s)$, ở nhiệt độ trung bình bằng 20°C gồm vật nặng *m* và thanh treo mảnh, nhẹ bằng kim loại có hệ số nở dài $\lambda = 2.10^{-5}K^{-1}$. Đưa đồng hồ vào thành phố Hồ Chí Minh có nhiệt độ trung bình 30°C thì đồng hồ chạy nhanh hay chậm so với Hà Nội và nhanh chậm mỗi ngày bao nhiêu? Biết gia tốc trọng trường ở thành phố Hồ Chí Minh là $g' = 9,787(m/s^2)$ và ở Hà nội là $g = 9,793(m/s^2)$

A. Chậm 35s B. Chậm 53s C. Nhanh 35s D. Nhanh 53s

Phân tích: Đưa đồng hồ từ Hà Nội vào thành phố Hồ Chí Minh do nhiệt độ và gia tốc trọng trường g thay đổi nên đồng hồ sẽ chạy sai.

Hướng dẫn giải

Xét sự thay đổi chu kì theo nhiệt độ:

Ở Hà Nội nhiệt độ t_1: $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell_1}{g_1}}$

Ở TP Hồ Chí Minh nhiệt độ t_2: $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell_2}{g_2}}$

Đồng hồ chạy sai khi cả nhiệt độ và vị trí địa lý thay đổi:

Áp dụng công thức gần đúng: $\dfrac{T_2}{T_1} = 1 - \dfrac{g_2 - g_1}{2g_1} + \dfrac{1}{2}\lambda(t_2 - t_1)$

Vậy độ biến đổi chu kì của con lắc khi đưa từ Hà Nội vào thành phố Hồ Chí Minh là:

$$\frac{T_2}{T_1} - 1 = -\frac{g_2 - g_1}{2g_1} + \frac{1}{2}\lambda(t_2 - t_1)$$

Thay số vào phương trình trên ta được: $\dfrac{T_2}{T_1} - 1 = 4{,}06.10^{-4} > 0$

⇒ Chu kì tăng, nên đồng hồ chạy chậm.

Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm là:

$$\theta = \Delta t.\left|\frac{T_2}{T_1} - 1\right| = 86400.4{,}06.10^{-4} = 35s$$ *. Chọn A*

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 12: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại một nơi ngang mặt biển, có $g = 9{,}86(m/s^2)$ và nhiệt độ $t_1 = 30^oC$. Thanh treo quả lắc nhẹ, làm bằng kim loại có hệ số nở dài $\lambda = 2.10^{-5}K^{-1}$. Đưa đồng hồ lên cao $640(m)$ so với mặt nước biển, đồng hồ lại chạy đúng. Hãy giải thích hiện tượng và tính nhiệt độ ở độ cao ấy. Coi trái đất hình cầu, bán kính $R = 6400(km)$

A. $t_2 = 6{,}2^0C$ B. $t_2 = 16^0C$ C. $t_2 = 23^0C$ D. $t_2 = 20^0C$

Hướng dẫn giải:

Đưa đồng hồ lên cao 0,64*km* so với mặt nước biển, đồng hồ lại chạy đúng vì: khi đưa đồng hồ lên cao gia tốc trọng trường giảm nên chu kì tăng nhưng ở trên cao nhiệt độ giảm. Sự tăng chu kì do độ cao được bù trừ với sự giảm chu kì do nhiệt độ nên chu kì con lắc không thay đổi nên đồng hồ vẫn chạy đúng.

Ở mặt đất, nhiệt độ t_1: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ với $g = \dfrac{GM}{R^2}$; $l = l_0(1 + \lambda t_1)$

Ở độ cao *h*, nhiệt độ t_2: $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l'}{g'}}$ với $g' = \dfrac{GM}{(R+h)^2}$; $l' = l_0(1 + \lambda t_2)$

Để đồng hồ chạy đúng khi ở độ cao *h* thì

$$T' = T \Leftrightarrow 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Leftrightarrow \frac{l'}{l} = \frac{g'}{g} \Leftrightarrow \frac{l'}{l} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1+\lambda t_2}{1+\lambda t_1} = \left(1+\frac{h}{R}\right)^2 \Leftrightarrow (1+\lambda t_2)(1+\lambda t_1)^{-1} = 1-\frac{2h}{R}$$

$$\Leftrightarrow 1+\lambda(t_2-t_1) = 1-\frac{2h}{R} \Leftrightarrow 1+\lambda(t_2-t_1) = 1-\frac{2h}{R}$$

$$\Leftrightarrow t_2 = t_1 - \frac{2h}{\lambda R} = 30 - \frac{2.0,64}{2.10^{-5}.6400} = 20°C$$

Chọn D

* **Bài toán con lắc đơn thay đổi theo chiều dài sợi dây.**

Ví dụ 15: Con lắc của một đồng hồ coi như một con lắc đơn. Đồng hồ chạy đúng khi ở mặt đất. Ở độ cao $3,2(km)$ nếu muốn đồng hồ vẫn chạy đúng thì phải thay đổi chiều dài con lắc như thế nào? Biết bán kính trái đất $R = 64000(km)$

A. Tăng 0,1% B. Giảm 0,1% C. Tăng 0,2% D. Giảm 0,2%

Hướng dẫn giải

Ở mặt đất: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ với $g = \frac{GM}{R^2}$

Ở độ cao *h*: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$ với $g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$

Để đồng hồ chạy đúng khi ở độ cao *h* thì $T' = T \Leftrightarrow 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Leftrightarrow \frac{l'}{l} = \frac{g'}{g}$

$$\Leftrightarrow \frac{l'}{l} = \frac{R^2}{(R+h)^2} = \left(1+\frac{h}{R}\right)^2 \approx 1-\frac{2h}{R} \Leftrightarrow \frac{\Delta l}{l} = -\frac{2h}{R} = -\frac{2.3,2}{6400} = -\frac{1}{1000}$$

Vậy cần phải giảm chiều dài dây một đoạn bằng $\frac{1}{1000}$ chiều dài ban đầu.

Chọn B

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 13: Đưa một con lắc đơn từ mặt đất lên độ cao h=9,6km. Biết bán kính trái đất R = 6400km, coi chiều dài của con lắc đơn không phụ thuộc vào nhiệt độ. Muốn chu kỳ của con lắc đơn không thay đổi thì chiều dài của con lắc phải thay đổi thế nào?

A. Tăng thêm 0,2% B. Tăng thêm 0,3%

C. Giảm bớt 0,3% D. Giảm bớt 0,2%

Hướng dẫn giải

Vận dụng công thức sự biến đổi chu kỳ theo độ cao và theo nhiệt độ: $\frac{\Delta T}{T} = \frac{h}{R} + \frac{1}{2}\alpha.\Delta t$. Vì chu kỳ không thay đổi nên

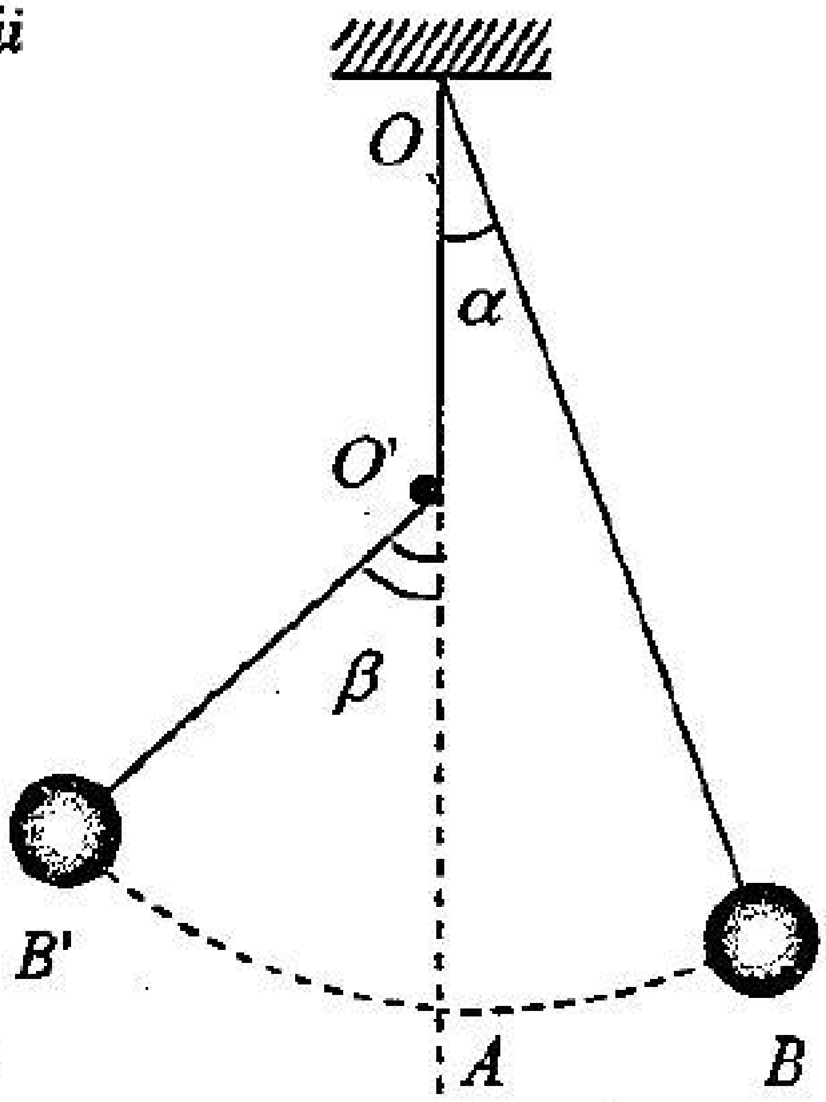
$$\Delta T = 0 \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = -\frac{2h}{R} = -\frac{2.9,6}{6400} = -0,003 \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} < 0$$

Vậy chiều dài con lắc đơn giảm 0,3%chiều dài ban đầu. ***Chọn C***

* Chu kỳ con lắc vướng đinh

Ví dụ 16: Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ bằng thép, khối lượng m treo vào đầu một sợi dây mềm, nhẹ, không giãn, chiều dài $\ell = 1\,(m)$. Phía dưới điểm treo O, trên phương thẳng đứng có một chiếc đinh được đóng chắc vào điểm O' cách O một đoạn $OO' = 40\,(cm)$ sao cho con lắc vấp vào đinh khi dao động. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha = 5^\circ$ rồi thả ra. Bỏ qua mọi ma sát. Tính chu kì dao động của quả cầu. Lấy $g = 10(m/s^2)$

Hướng dẫn giải



Gọi $l = OA = 1\,(m)$ là chiều dài của dây treo

$l' = O'A = OA - OO' = 1 - 0,4 = 0,6\,(m)$

là phần chiều dài phần dây tính từ đinh đến quả cầu.

Dao động của con lắc gồm hai giai đoạn: nửa chu kỳ với chiều dài con lắc *l* và nửa chiều dài với chu kỳ con lắc *l'*

- Chu kỳ dao động của con lắc có chiều dài *l*:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10}} = 1,98s$$

- Chu kỳ dao động của con lắc có chiều dài *l'*:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,6}{10}} = 1,538s$$

⇒ Chu kì con lắc: $T_0 = \frac{1}{2}(T + T') = \frac{1}{2}(1,986 + 1,538) = 1,762(s)$

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 14: Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng m làm bằng thép treo vào đầu một sợi dây mềm có khối lượng không đáng kể dài *l* = 1m. Phía dưới điểm treo Q theo phương thẳng đứng của sợi dây có một chiếc đinh được đóng vào điểm O' cách Q một đoạn O'Q = 50 cm sao cho con lắc bị vấp phải đinh trong quá trình dao động điều hoà.

a/ Xác định chu kỳ dao động của quả cầu? cho gia tốc $g = 9,8\ m/s^2$

A. T = 1,5s B. T = 1,6s C. T = 1,7s D. T = 1,8s

b/ Nếu không đóng đinh vào O′ mà đặt tại vị trí cân bằng O một tấm thép được giữ cố định thì hiện tượng xảy ra như thế nào? (Coi rằng va chạm của quả cầu vào vật cản là hoàn toàn đàn hồi)

A. T = 1,0s B. T = 1,2s C. T = 1,4s D. T = 1,5s

Hướng dẫn giải

a) Trong quá trình dao động con lắc bị vướng vào đinh O′ nằm trên phương thẳng đứng của dây treo nên mỗi dao động toàn phần của con lắc gồm 2 giai đoạn

+ Giai đoạn đầu con lắc dao động với chiều dài $l = 1m$ và chu kỳ

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9,8}} = 2s.$$

+ Giai đoạn còn lại nó dao động với chiều dài $l' = OO' = 0,5m$ và chu kỳ

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,5}{9,8}} = 1,4s.$$

Chu kỳ của con lắc bị vướng đinh là:

$$T = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_2 = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = 1/2\ (2 + 1,4) = 1,7\ s.$$ *Chọn C*

b) Tấm thép đặt tai VTCB O: Vì va chạm giữa quả cầu và tấm thép là hoàn toàn đàn hồi nên khi quả cầu va chạm vào tấm thép nó sẽ bật ngược lại với vận tốc có cùng độ lớn ngay trước lúc va chạm và vật lại lên đúng vị trí cao nhất A (Vì cơ năng bảo toàn).

Vậy con lắc chỉ dao động trên cung OA nên chu kỳ dao động là:

$$T = \frac{1}{2}T_1 = 1\ s.$$ *Chọn A*

Dạng 3: CHU KÌ CON LẮC KHI CÓ LỰC LẠ TÁC DỤNG

Khảo sát dao động nhỏ của con lắc đơn khi có thêm một lực phụ $\vec{F}$ không đổi tác dụng (ngoài trọng lực và lực căng dây treo)

1.2. Định hướng phương pháp chung

- Coi con lắc chịu tác dụng của một trọng lực hiệu dụng (trọng lực biểu kiến): $\vec{P'} = \vec{P} + \vec{F} \Rightarrow$ gia tốc trọng trường hiệu dụng: $\vec{g'} = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m}$
- Vị trí cân bằng của con lắc là vị trí dây treo có phương trùng với phương của $\vec{P'}$

- Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$

  Vậy để xác định được chu kỳ T′ cần xác định được gia tốc trọng trường hiệu dụng g′

2.2 Xác định chu kỳ dao động của con lắc đơn dưới tác dụng của lực điện trường

- Khi không có điện trường chu kỳ dao động của con lắc là: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

- Khi đặt con lắc vào điện trường đều có véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}$ thì nó chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và lực điện trường $\vec{F} = q\vec{E}$, hợp của hai lực này ký hiệu là $\vec{P'} = \vec{P} + \vec{F}$, và được gọi là trọng lực hiệu dụng hay trọng lực biểu kiến. Ta xét một số trường hợp thường gặp:

a) Trường hợp 1: $\vec{E}$ hướng thẳng đứng xuống dưới.

Khi đó để xác định chiều của $\vec{F}$ ta cần biết dấu của q.

* **Nếu q > 0:** $\vec{F}$ cùng hướng với $\vec{E} \Rightarrow \vec{F}$ hướng thẳng đứng xuống dưới

Ta có: $P' = P + F \Rightarrow g' = g + \frac{|q|E}{m}$

Chu kỳ dao động của con lắc trong điện trường:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{|q|E}{m}}} < T \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g + \frac{|q|E}{m}}} \Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g + \frac{|q|E}{m}}}$$

* **Nếu q < 0:** $\vec{F}$ ngược hướng với $\vec{E} \Rightarrow \vec{F}$ hướng thẳng đứng lên trên

Ta có: $P' = P - F \Rightarrow g' = g \Rightarrow \frac{|q|E}{m}$

Chu kỳ dao động của con lắc trong điện trường:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{|q|E}{m}}} > T \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g - \frac{|q|E}{m}}} \Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g - \frac{|q|E}{m}}}$$

b) Trường hợp 2: $\vec{E}$ hướng thẳng đứng lên trên.

Tương tự như trên ta chứng minh được:

* Nếu q > 0 thì chu kỳ dao động của con lắc là:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - \frac{|q|E}{m}}} > T$$

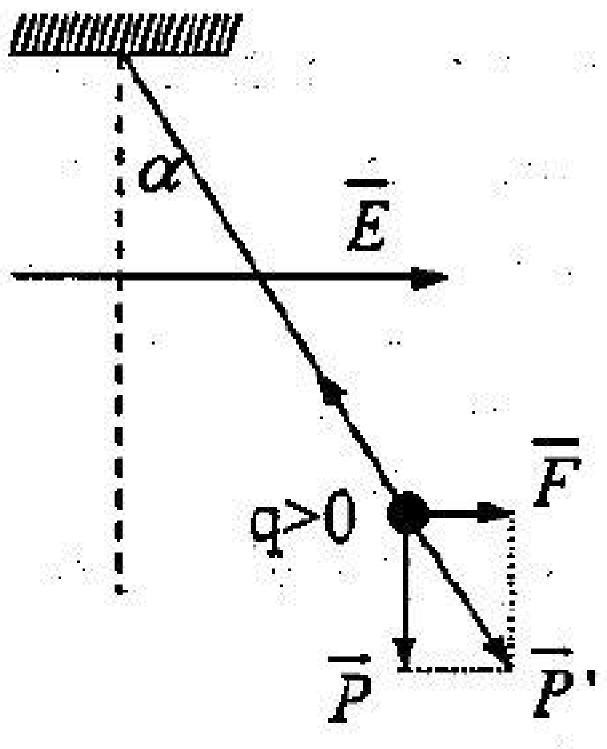
* Nếu q < 0 thì chu kỳ dao động của con lắc là:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + \frac{|q|E}{m}}} < T$$

c) Trường hợp 3: $\vec{E}$ có phương ngang

$\Rightarrow \vec{F}$ có phương ngang

$\vec{F}$ vuông góc với $\vec{P} \Rightarrow$ tại vị trí cân bằng dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc α (hình vẽ).



- Từ hình vẽ ta có: $\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{|q|E}{mg}$
- Về độ lớn: $P'^2 = P^2 + F^2 \Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{mg}\right)^2}$
- Chu kỳ dao động của con lắc trong điện trường là:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{|q|E}{mg}\right)^2}}} < T.$$

3.2. Xác định chu kỳ dao động của con lắc đơn dưới tác dụng của lực quán tính.

Khi con lắc đơn được đặt trong một hệ quy chiếu chuyển động với gia tốc $\vec{a}$ (hệ quy chiếu phi quán tính) thì ngoài trọng lực và lực căng của dây treo con lắc còn chịu tác dụng của lực quán tính $\overline{F_{at}} = -m\vec{a}$. Trọng lực hiệu dụng $\vec{P'} = \vec{P} + \vec{F}$

Gia tốc trọng trường hiệu dụng: $\vec{g'} = \vec{g} + \frac{\overline{F_{qt}}}{m} = \vec{g} - \vec{a}$.

Xét một số trường hợp thường gặp:

a) Trường hợp 1: Con lắc treo trong thang máy đang chuyển động thẳng đứng lên trên với gia tốc $\vec{a}$

- Thang máy chuyển động nhanh dần đều:

$\vec{a}$ ngược hướng với $\vec{g} \Rightarrow g' = g + a$

Chu kỳ dao động của con lắc trong thang máy: $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}} < T$

Ta có: $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} \Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g+a}}$ (T chu kỳ dao động của con lắc khi thang máy đứng yên hay chuyển động thẳng đều)

- Thang máy chuyển động chậm dần đều: $\vec{a}$ cùng hướng với $\vec{g} \Rightarrow g' = g - a$

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}} > T;\quad \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g-a}} \Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g-a}}$$

b) Trường hợp 2: Con lắc treo trong thang máy đang chuyển động thẳng đứng xuống dưới với gia tốc $\vec{a}$

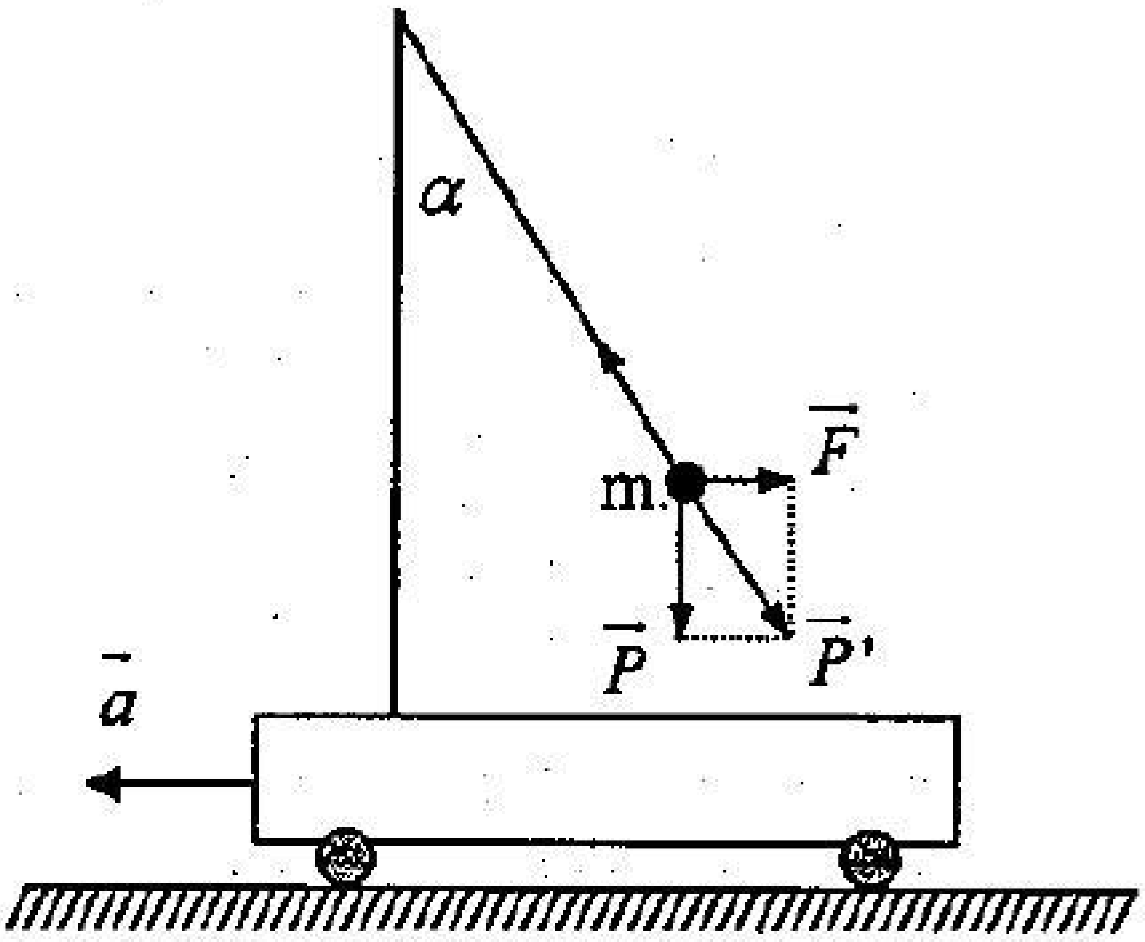
- Thang máy chuyển động nhanh dần đều: $\vec{a}$ cùng hướng với $\vec{g} \Rightarrow g' = g - a$

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}} > T;\quad \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g-a}} \Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g-a}}$$

- Thang máy chuyển động chậm dần đều: $\vec{a}$ ngược hướng với $\vec{g} \Rightarrow g' = g + a$

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}} < T;$$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} \Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g+a}}$$



c) **Trường hợp 3:** Con lắc đơn được treo trên xe chuyển động theo phương ngang với gia tốc $\vec{a} \Rightarrow \vec{F}$ có phương ngang và ngược hướng với $\vec{a}$.

- Tại vị trí cân bằng dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc α

Ta có $\tan\alpha = \dfrac{F}{P} = \dfrac{a}{g}$.

- Về độ lớn: $P'^2 = P^2 + F^2 \Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + a^2}$

- Chu kỳ dao động của con lắc: $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}}$

Cách khác: Ta có $P' = \dfrac{P}{\cos\alpha} \Rightarrow g' = \dfrac{g}{\cos\alpha} \Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l\cos\alpha}{g}}$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\cos\alpha} \Rightarrow T' = T\sqrt{\cos\alpha}$$

3.2. Xác định chu kỳ dao động của con lắc đơn dưới tác dụng của lực đẩy Acsimet:

$\vec{F_A} = -DV\vec{g}$ luôn hướng lên và ngược chiều với $\vec{P}$

$$\Rightarrow P' = P - F_A \Rightarrow g' = \left(1-\frac{D}{\rho}\right).g \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{D}{\rho}}} \Rightarrow T' = T.\sqrt{\frac{1}{1-\frac{D}{\rho}}}$$

Với: D là khối lượng chất lỏng (hay chất khí) bị chiếm chỗ;

ρ là khối lượng riêng của quả cầu;

V là thể tích vật chiếm chỗ;

g là gia tốc trọng trường.

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 17: Một con lắc đơn treo ở trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động điều hoà với chu kì T. Khi thang máy đi lên thẳng đứng, chậm dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc dao động điều hoà với T' bằng

A. 2T. B. $\frac{T}{2}$. C. $T\sqrt{2}$. D. $\frac{T}{\sqrt{2}}$.

Hướng dẫn giải

Khi thang máy đứng yên: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

Thang máy đi lên thẳng đứng chậm dần đều ta biểu diễn như sau:

Lên ↑ → $\vec{v}\uparrow$ **chậm dần đều** ⇒ $\vec{a}\downarrow \rightarrow \vec{F}\uparrow$ mà $\vec{P}\downarrow \Rightarrow \vec{F}, \vec{P}$ ngược chiều

$$\Rightarrow P' = P - F \Rightarrow g' = g - a = g - \frac{g}{2} = \frac{g}{2}$$

$$\Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g-a}} = T\sqrt{\frac{g}{\frac{g}{2}}} = T\sqrt{2} \Rightarrow \textit{Chọn C}$$

Ví dụ 18: Treo con lắc đơn có độ dài *l* = 100cm trong thang máy, lấy $g = \pi^2 = 10m/s^2$. Cho thang máy chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc $a = 2m/s^2$ thì chu kỳ dao động của con lắc đơn:

A. tăng 11,8% B. giảm 16,67% C. giảm 8,71% D. tăng 25%

Hướng dẫn giải

Thang máy đi lên thẳng đứng nhanh dần đều ta biểu diễn như sau:

Lên ↑ → $\vec{v}\uparrow$ **nhanh dần đều** ⇒ $\vec{a}\uparrow \rightarrow \vec{F}\downarrow$ mà $\vec{P}\downarrow \Rightarrow \vec{F}, \vec{P}$ cùng chiều

$$\Rightarrow P' = P + F \Rightarrow g' = g + a$$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} = \sqrt{\frac{10}{10+2}} = 0{,}913 \ (T' < T \Rightarrow \text{Chu kỳ giảm})$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{T-T'}{T} = 1 - \frac{T'}{T} = 1 - 0{,}913 = 0{,}0871 = 8{,}71\% \Rightarrow \text{Giảm } 8{,}71\%\text{. } \textit{Chọn C}$$

Ví dụ 19: Một con lắc đơn gồm một viên bi sắt có khối lượng m = 50g và dây treo có chiều dài l = 25cm dao động ở nơi có gia tốc trọng trường $g = \pi^2 = 10m/s^2$. Tích điện cho quả cầu điện tích $q = -5.10^{-5}C$ rồi treo con lắc vào điện trường đều thẳng đứng thì chu kỳ dao động của con lắc là T' = 0,75s. Cường độ điện trường có hướng và độ lớn là:

A. Hướng lên, E = 15440V/m
B. Hướng xuống, E = 7778 V/m
C. Hướng lên, E = 7778V/m
D. Hướng xuống, E = 15440V/m

Hướng dẫn giải

Cường độ điện trường theo phương thẳng đứng nên: $g' = g \pm a$

Dấu "+" khi $\vec{F}$ cùng chiều với $\vec{P}$

Dấu "–" khi $\vec{F}$ ngược chiều với $\vec{P}$

Chu kỳ của quả cầu chưa tích điện: $T = 2\pi\frac{\ell}{g} = 2\pi\sqrt{\frac{0,25}{10}} = 1s$

$T' < T \Rightarrow g' > g \Rightarrow g' = g + a$ với $a = \frac{|q|E}{m}$ (1)

⇒ Dấu "+" xảy ra nên $\vec{F}$ cùng chiều với $\vec{P} \Rightarrow \vec{F}\downarrow$ điện tích q < 0 → $\vec{E}\uparrow$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} \Rightarrow a = \left(\frac{T}{T'}\right)^2.g - g = \left(\frac{1}{0,75}\right)^2.10 - 10 = \frac{70}{9}$$

$$(1) \Rightarrow E = \frac{ma}{|q|} = \frac{0,05.\frac{70}{9}}{5.10^{-5}} = 7778V/m$$

Vậy $\vec{E}$ hướng lên và có độ lớn E = 7778 V/m. *Chọn C.*

Ví dụ 20: Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $q = +5.10^{-6}$ C, được coi là điện tích điểm. Con lắc dao động điều hòa trong điện trường đều mà vecto cường độ điện trường có độ lớn $E = 10^4$ V/m và hướng thẳng đứng xuống dưới.

Lấy $g = 10 m/s^2$, π = 3,14. Xác định chu kì dao động của con lắc.

A. 1,96 s.
B. 2,84 s.
C. 2,21 s.
D. 1,15 s.

Hướng dẫn giải

$\vec{E}$ hướng xuống, q > 0 ⇒ $\vec{F}$ hướng xuống (cùng chiều với $\vec{E}$) nên cùng chiều với $\vec{P}$

Tóm lại: để làm nhanh ta thực hiện các thao tác như sau:

$\vec{E}\downarrow \xrightarrow{q>0} \rightarrow \vec{F}\downarrow$ mà $\vec{P}\downarrow \Rightarrow \vec{F}, \vec{P}$ cùng chiều

$\Rightarrow P' = P + F \Rightarrow$ gia tốc rơi tự do biểu kiến là $g' = g + \frac{|q|E}{m} = 15 m/s^2$.

Chu kì dao động của con lắc đơn trong điện trường là $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 1,15$ s.

Chọn D.

Ví dụ 21: Một con lắc đơn dao động điều hòa có chu kỳ T. Đặt con lắc trong điện trường đều có phương thẳng đứng hướng xuống dưới. Khi quả cầu của con lắc tích điện q_1 thì chu kỳ của con lắc là $T_1 = 5T$. Khi quả cầu của con lắc tích điện q_2 thì chu kỳ của con lắc là $T_2 = 5T/7$. Tỉ số giữa hai điện tích là:

A. $q_1/q_2 = -7$ B. $q_1/q_2 = -1$ C. $q_1/q_2 = -1/7$ D. $q_1/q_2 = 1$.

Hướng dẫn giải

$$T_1 = 5T \Rightarrow T_1 > T \Rightarrow g'_1 < g \Rightarrow g'_1 = g - a_1 \Rightarrow \vec{F}\uparrow \text{ mà } \vec{E}\downarrow \Rightarrow q_1 < 0$$

$$T_2 = \frac{5}{7}T \Rightarrow T_2 < T \Rightarrow g'_2 > g \Rightarrow g'_2 = g + a_2 \Rightarrow \vec{F}\downarrow \text{ mà } \vec{E}\downarrow \Rightarrow q_2 > 0$$

$$\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{g}{g - a_1}} = 5 \Rightarrow \frac{g}{g - a_1} = 25 \Leftrightarrow 1 - \frac{a_1}{g} = \frac{1}{25} \Rightarrow \frac{a_1}{g} = \frac{24}{25}$$

$$\frac{T_2}{T} = \sqrt{\frac{g}{g + a_2}} = \frac{5}{7} \Rightarrow \frac{g}{g + a_2} = \frac{25}{49} \Leftrightarrow 1 + \frac{a_2}{g} = \frac{49}{25} \Rightarrow \frac{a_2}{g} = \frac{24}{25} \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = 1 - \frac{|q_1|}{|q_2|}$$

Mà q_1, q_2 trái dấu $\Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -1$. ***Chọn B.***

Ví dụ 22: Một con lắc đơn gồm quả cầu có khối lượng riêng $D = 4.10^3$ kg/m³. Khi đặt trong không khí nó dao động với chu kì T = 1,5 s. Lấy g = 9,8 m/s². Tính chu kỳ dao động của con lắc khi nó dao động trong nước. Biết khối lượng riêng của nước là $D_n = 1$ kg/*l*.

A. 1,46 s. B. 1,84 s. C. 1,73 s. D. 2,15 s.

Hướng dẫn giải

Ta có: $D_n = 1$ kg/*l* $= 10^3$ kg/m³. Ở trong nước quả cầu chịu tác dụng của một lực đẩy Ac-si-met $\vec{F_a}$ hướng lên có độ lớn $F_a = D_n.V.g = \frac{D_n}{D}g$ nên sẽ có gia tốc rơi tự do biểu kiến $g' = g - \frac{D_n}{D}g = 7,35$ m/s²

Chu kỳ dao động của con lắc khi đặt trong nước: $T' = T\sqrt{\frac{g}{g'}} = 1,73$ s. ***Chọn C.***

Ví dụ 23: Một con lắc đơn có m = 5g, đặt trong điện trường đều $\vec{E}$ có phương ngang và độ lớn $E = 2.10^6$ V/m. Khi vật chưa tích điện nó dao động với chu kỳ T, khi vật được tích điện tích q thì nó dao động với chu kỳ T'. Lấy g = 10 m/s², xác định độ lớn của điện tích q biết rằng $T' = \frac{3T}{\sqrt{10}}$.

A. $|q| = 1,21.10^{-8}$ C. B. $|q| = 1,32.10^{-8}$ C.
C. $|q| = 4,44.10^{-9}$ C. D. $|q| = 2,21.10^{-9}$ C.

Hướng dẫn giải

$\vec{E}$ phương ngang

$$\Rightarrow \frac{T'}{T}=\sqrt{\frac{g}{\sqrt{g^2+a^2}}}=\frac{3}{\sqrt{10}}\Leftrightarrow 100g^2=81g^2+81a^2\Rightarrow a=\sqrt{\frac{19}{81}}.g=\frac{\sqrt{19}}{9}.10=4,84$$

$$a=\frac{|q_1|E}{m}\Rightarrow |q|=\frac{am}{E}=\frac{4,84.5.10^{-3}}{2.10^{-6}}=12,1.10^{-9}C$$. *Chọn A.*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 15: Hai con lắc đơn cùng chiều dài và cùng khối lượng, các vật nặng coi là chất điểm, chúng được đặt ở cùng một nơi và trong điện trường đều $\vec{E}$ có phương thẳng đứng hướng xuống, gọi T_0 là chu kỳ chưa tích điện của mỗi con lắc, các vật nặng được tích điện là q_1 và q_2 thì chu kỳ trong điện trường tương ứng là T_1 và T_2, biết $T_1 = 0,8T_0$ và $T_2 = 1,2T_0$. Tỉ số q_1/q_2 là:

A. 44/81. B. –81/44. C. –44/81. D. 81/44.

Hướng dẫn giải

Phân tích: $\vec{E}\downarrow: q>0, \vec{F}\downarrow;\ q<0, \vec{F}\uparrow$

Ta có:

$$T_1=0,8T_0\Rightarrow T_1<T_0\Rightarrow g_1'>g\Rightarrow g_1'=g+a_1\rightarrow \vec{F}\downarrow \text{ mà } \vec{E}\downarrow\rightarrow q_1>0$$

$$T_2=1,2T_0\Rightarrow T_2>T_0\Rightarrow g_2'<g\Rightarrow g_2'=g-a_2\rightarrow \vec{F}\uparrow \text{ mà } \vec{E}\downarrow\rightarrow q_2<0$$

$$\frac{T_1}{T_0}=\sqrt{\frac{g}{g+a_1}}=0,8\Rightarrow 1+\frac{a_1}{g}=\left(\frac{1}{0,8}\right)^2\Rightarrow\frac{a_1}{g}=\frac{25}{16}\qquad(1)$$

$$\frac{T_2}{T_0}=\sqrt{\frac{g}{g-a_2}}=1\Rightarrow 1-\frac{a_2}{g}=\left(\frac{1}{1,2}\right)^2\Rightarrow\frac{a_2}{g}=\frac{11}{36}\qquad(2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{a_1}{a_2}=\dfrac{81}{44}\Leftrightarrow\dfrac{|q_1|E}{\dfrac{m.|q_2|E}{m}}=\left|\dfrac{q_1}{q_2}\right|=\dfrac{81}{44}\Rightarrow\dfrac{q_1}{q_2}=-\dfrac{81}{44}$

$\Rightarrow \dfrac{q_1}{q_2}=-\dfrac{81}{44}\ (q_1.q_2<0)$. *Chọn B*

Câu 16: Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 2,52s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc cũng có độ lớn a thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là

A. 2,78 s. B. 2,96 s. C. 2,61 s. D. 2,84 s.

Hướng dẫn giải

$$\begin{cases} T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} \\ T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g+a}} \\ T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g-a}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \left(\dfrac{T_1}{T_2}\right)^2 = \dfrac{g-a}{g+a} = \left(\dfrac{2,52}{3,15}\right)^2 \to a = \dfrac{9}{41}g \\ \left(\dfrac{T_0}{T_1}\right)^2 = \dfrac{g+a}{g} = \dfrac{50}{41} \to T_0 = \sqrt{\dfrac{50}{41}}.2,52 = 2,78s \end{cases}$$

Chọn A

Câu 17: Có ba con lắc đơn cùng chiều dài, cùng khối lượng cùng được treo trong điện trường đều có $\vec{E}$ thẳng đứng. Con lắc thứ nhất và thứ hai tích điện q_1 và q_2, con lắc thứ ba không tích điện. Chu kỳ dao động nhỏ của chúng lần lượt là T_1, T_2, T_3 có $T_1 = \frac{1}{3}T_3$; $T_2 = \frac{5}{3}T_3$. Tỉ số $\frac{q_1}{q_2}$ là:

A. −12,5　　B. −8　　C. 12,5　　D. 8

Hướng dẫn giải

$$T_1 < T_3 \Rightarrow \frac{T_1}{T_3} = \sqrt{\frac{g}{g+a_1}} = \frac{1}{3} \Rightarrow 1 + \frac{a_1}{g} = 9 \Rightarrow \frac{a_1}{g} = 8 \qquad (1)$$

$$T_2 > T_3 \Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \sqrt{\frac{g}{g-a_2}} = \frac{5}{3} \Rightarrow 1 - \frac{a_2}{g} = \frac{9}{25} \Rightarrow \frac{a_2}{g} = \frac{16}{25} \qquad (2)$$

(1) và (2) $\Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{8.25}{16} = 12,5 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -12,5$. *Chọn A*

Câu 18: Cho một con lắc đơn có dây treo cách điện, quả cầu m tích điện q. Khi đặt con lắc trong không khí thì nó dao động với chu kỳ T. Khi đặt nó vào trong một điện trường đều nằm ngang thì chu kỳ dao động sẽ

A. tăng lên　　B. không đổi

C. có thể tăng hoặc giảm.　　D. giảm xống

Hướng dẫn giải

$\vec{E}$ phương ngang $\Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{g^2 + \left(\dfrac{|q|E}{m}\right)^2}$

$$g' > g \to T' < T$$

Chu kỳ giảm xuống. *Chọn D.*

Câu 19: Treo con lắc đơn vào trần một ôtô tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8$ m/s². Khi ôtô đứng yên thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 2 s. Tính chu kỳ dao động của con lắc khi ôtô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm ngang với gia tốc 3 m/s².

A. 1,596 s.　　B. 2,384 s.　　C. 2,241 s.　　D. 1,155 s.

Hướng dẫn giải

Trọng lực biểu kiến tác dụng lên vật: $\vec{P'} = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$; $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a} \Rightarrow \vec{g'} = \vec{g} - \vec{a}$;

vì $\vec{g} \perp \vec{a} \Rightarrow g' = \sqrt{g^2 + a^2} \approx 10{,}25$ m/s². Khi ôtô đứng yên: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$;

Khi ôtô chuyển động có gia tốc:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} \Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{g}{g'}} = 1{,}956 \text{ s.}$$ *Chọn A*

Câu 20: Một con lắc đơn có chu kì dao động T = 2s. Nếu treo con lắc đơn vào trần một toa xe đang chuyển động nhanh dần đều trên mặt đường nằm ngang thì thấy rằng ở vị trí cân bằng mới, dây treo con lắc hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 30^0$. Cho g = 10 m/s². Tìm gia tốc của toa xe và chu kì dao động mới của con lắc.

A. 1,86 s B. 2,34 s. C. 2,41 s. D. 1,23 s.

Hướng dẫn giải

Ta có: $\tan\alpha = \frac{F_{qt}}{P} = \frac{a}{g} \Rightarrow a = g\tan\alpha = 5{,}77$ m/s².

Vì $\vec{a} \perp \vec{g} \Rightarrow g' = \sqrt{a^2 + g^2} = 11{,}55$ m/s². $T' = T\sqrt{\frac{g}{g'}} = 1{,}86$ s. *Chọn A*

Dạng 4: NĂNG LƯỢNG CON LẮC ĐƠN – LỰC CĂNG DÂY

Chọn gốc thế năng ở vị trí cân bằng:

Cơ năng: $W = W_đ + W_t$

Thế năng: $W_t = mgh$ với $h = l.(1 - \cos\alpha)$

Động năng: $W_đ = \frac{1}{2}mv^2$

- Ở biên độ *B*: $W_B = W_{đ\max} = mgh_0$

  với

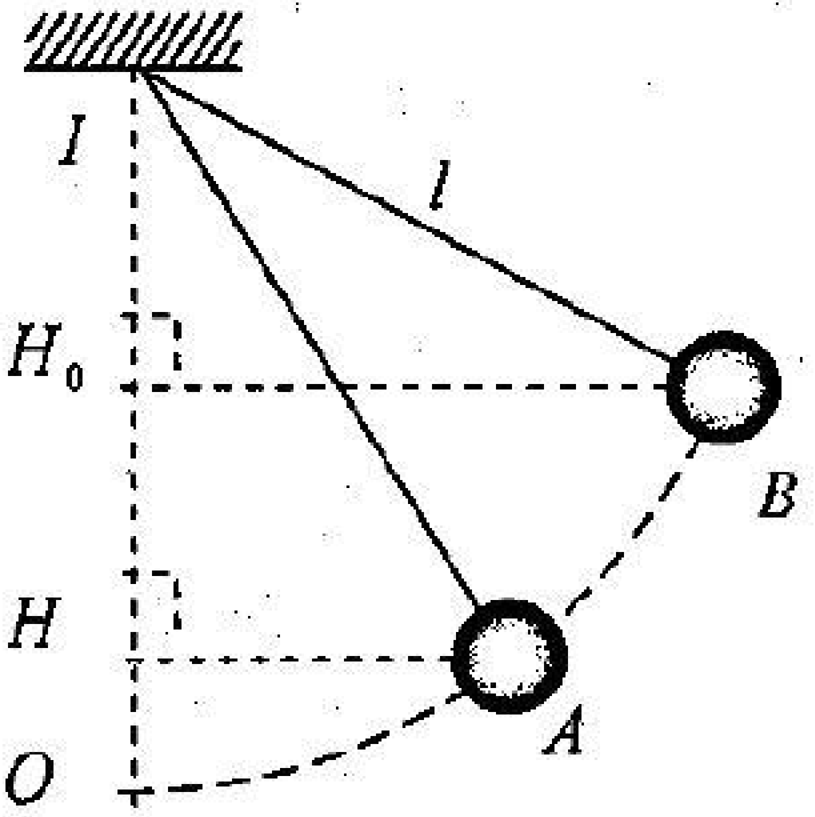
  $h_0 = H_0O = IO - IH_0 = l - l\cos\alpha_0$
  $= l.(1 - \cos\alpha_0)$

  $\Rightarrow W_B = W_{t\max} = mgl(1 - \cos\alpha_0)$

- Ở vị trí cân bằng *O*:

  $W_0 = W_{đ\max} = \frac{mv_0^2}{2}$

  (với v_0 là vận tốc cực đại)



- Ở vị trí bất kì *A*: $W_A = mgh + \frac{mv^2}{2}$

  với $h = HO = IO - IH = l - l\cos\alpha = l(1-\cos\alpha)$

  $\Rightarrow W_A = mgl(1-\cos\alpha) + \frac{mv^2}{2}$

  Tổng quát: cơ năng của con lắc

  $W = mgl(1-\cos\alpha_0) + \frac{mv_0^2}{2} = mgl(1-\cos\alpha_0) + \frac{mv^2}{2}$

Ứng dụng của định luật bảo toàn cơ năng tìm lực căng dây:

- *Lực căng dây T:*

  Theo định luật II Newton: $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ (*)

  Chiếu (*) lên phương sợi dây,

  chiều dương hướng vào tâm, ta được:

  $P\cos\alpha + T = ma_{ht} \Rightarrow T = m\frac{v^2}{l} + mg\cos\alpha$

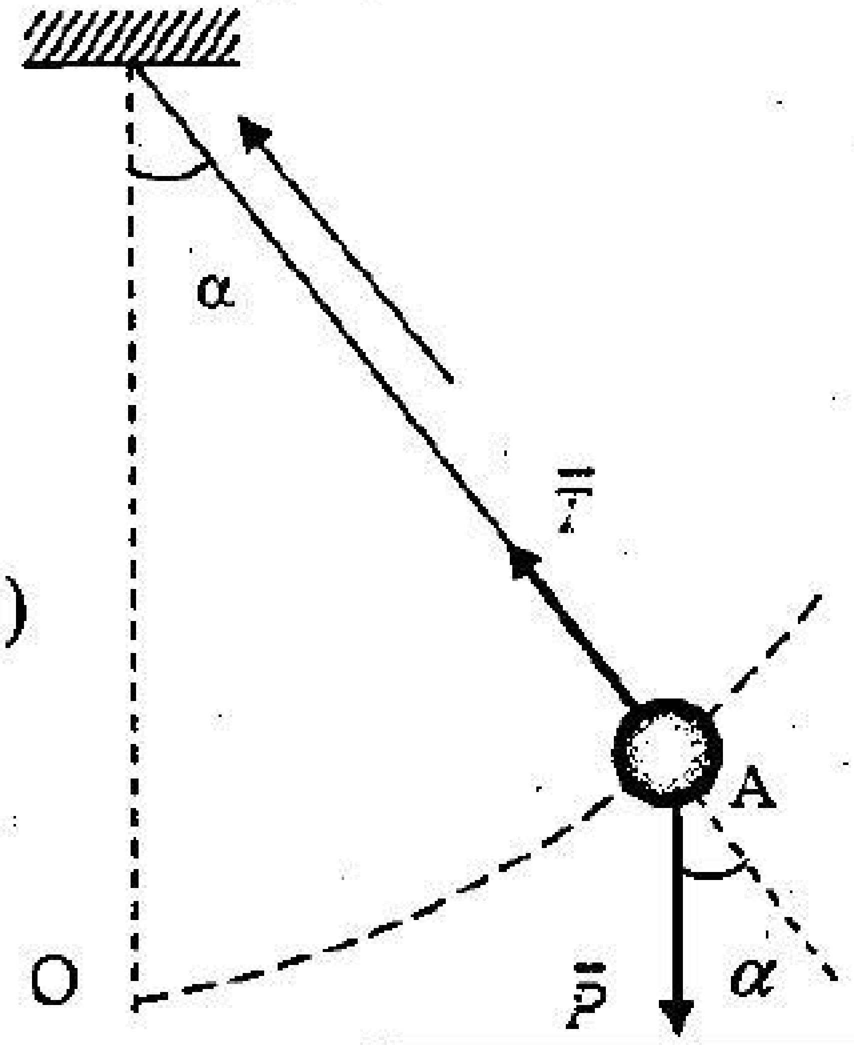
  Chứng minh để có: $v^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$

  $\Rightarrow T = 3mg\cos\alpha - 2mg\cos\alpha_0$

  Ở vị trí cân bằng:

  $\alpha = 0 \Rightarrow T_{max} = 3mg - 2mg\cos\alpha_0$

  Ở vị trí biên: $\alpha = \alpha_0 \Rightarrow T_{min} = mg\cos\alpha_0$



🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 24: Tại nơi có gia tốc trọng trường là 9,8 m/s², một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc 6⁰. Biết khối lượng vật nhỏ của con lắc là 90 g và chiều dài dây treo là 1m. Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng, cơ năng của con lắc xấp xỉ:

A. $6,8.10^{-3}$ J B. $3,8.10^{-3}$ J C. $5,8.10^{-3}$ J D. $4,8.10^{-3}$ J

Hướng dẫn giải:

Cơ năng của con lắc đơn dao động điều hòa:

$W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2}.0,09.9,8.1.\left(\frac{6\pi}{180}\right)^2 = 4,8.10^{-3}J$. *Chọn D*

Ví dụ 25: Một con lắc đơn có chiều dài l và gắn vào vật có khối lượng m dao động điều hòa trên trục Ox với biên độ 10 cm, chu kỳ 2 s. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ vị trí có động năng bằng 3 lần thế năng đến vị trí có động năng bằng $\frac{1}{3}$ thế năng là

A. 14,64 cm/s. B. 26,12 cm/s. C. 21,96 cm/s. D. 7,32 cm/s.

Hướng dẫn giải:

Vị trí $W_đ = 3W_t$ là: $x_1 = \pm\frac{A}{2}$

Vị trí $W_đ = \frac{1}{3}W_t$ là: $x_2 = \pm\frac{A\sqrt{3}}{2}$

Thời gian ngắn nhất chất điểm đi từ x_1 đến x_2 là: $t_{\left(\frac{A}{2}\to\frac{A\sqrt{3}}{2}\right)} = \frac{T}{6} - \frac{T}{12} = \frac{T}{12} = \frac{1}{6}s$

Quãng đường chất điểm đi từ x_1 đến x_2 là: $S = \frac{A\sqrt{3}}{2} - \frac{A}{2} = 5\sqrt{3} - 5$

Tốc độ trung bình của vật cần tìm là: $v_{TB} = \frac{S}{t} = \frac{5\sqrt{3}-5}{\frac{1}{6}} = 21,96cm/s$

Chọn C.

Ví dụ 26: Sợi dây chiều dài *l*, được cắt ra làm hai đoạn *l₁*,*l₂*, dùng làm hai con lắc đơn. Biết li độ con lắc đơn có chiều dài *l₁* khi động năng bằng thế năng bằng li độ của con lắc có chiều dài *l₂* khi động năng bằng hai lần thế năng. Vận tốc cực đại của con lắc *l₁* bằng hai lần vận tốc cực đại của con lắc *l₂*. Tìm chiều dài l ban đầu.

A. $l = 7l_2$ B. $l = 7l_1$ C. $l = 5l_2$ D. $l = 5l_1$

Hướng dẫn giải:

Giả sử phương trình dao động của con lắc đơn có dạng $\alpha = \alpha_0\cos\omega t$

Thế năng và cơ năng của con lắc: $W_t = mgl\frac{\alpha^2}{2}$; $W = mgl\frac{\alpha_0^2}{2}$

Khi $W_đ = W_t \Rightarrow \alpha_1^2 = \frac{\alpha_{01}^2}{2}$; Khi $W_đ = 2W_t \Rightarrow \alpha_2^2 = \frac{\alpha_{02}^2}{3}$

$\alpha_1 = \alpha_2 \Rightarrow \frac{\alpha_{01}}{\sqrt{2}} = \frac{\alpha_{02}}{\sqrt{3}}$ (1)

Vận tốc cực đại của con lắc đơn $v_{max} = \omega l\alpha_0 = \alpha_0\sqrt{gl}$

$v_{1max} = 2v_{2max} \Rightarrow gl_1\alpha_{01}^2 = 4gl_2\alpha_{02}^2 \Rightarrow l_1\alpha_{01}^2 = 4l_2\alpha_{02}^2$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow l_1 = 6l_2 \Rightarrow l = l_1 + l_2 = 7l_2 \Rightarrow$ *Chọn A*

Ví dụ 27: Một con lắc đơn chiều dài *l*, vật nặng có khối lượng m. Kéo con lắc ra khỏi vị trí cân bằng góc α_0 rồi thả không vận tốc đầu. Bỏ qua ma sát. Với $\alpha_0 = 60^0$, hãy tìm tỉ số của lực căng dây lớn nhất và nhỏ nhất của dây treo.

Hướng dẫn giải:

Biểu thức tính lực căng dây: $T = 3mg\cos\alpha - 2mg\cos\alpha_0$

Ở vị trí cân bằng: $\alpha = 0 \Rightarrow T_{max} = 3mg - 2mg\cos\alpha_0$

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 21: Một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Ở vị trí con lắc có động năng bằng thế năng thì li độ góc của nó bằng

A. $\pm\frac{\alpha_0}{3}$. B. $\pm\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$. C. $\pm\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$. D. $\pm\frac{\alpha_0}{2}$.

Hướng dẫn giải:

Vị trí $W_đ = W_t$ là: $s = \pm\frac{S_0\sqrt{2}}{2} = \pm\frac{S_0}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \alpha\ell = \pm\frac{\alpha_0\ell}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \alpha = \pm\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$

Câu 22: Tại nơi có gia tốc trọng trường g, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0. Biết khối lượng vật nhỏ của con lắc là m, chiều dài dây treo là ℓ, mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Cơ năng của con lắc là

A. $\frac{1}{2}mg\ell\alpha_0^2$. B. $mg\ell\alpha_0^2$ C. $\frac{1}{4}mg\ell\alpha_0^2$. D. $2mg\ell\alpha_0^2$.

Hướng dẫn giải:

A. Cơ năng con lắc đơn dao động điều hòa: $W = \frac{1}{2}mg\ell\alpha_0^2$.

Câu 23: Tại nơi có gia tốc trọng trường g, một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc α_0 nhỏ. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương đến vị trí có động năng bằng thế năng thì li độ góc α của con lắc bằng

A. $-\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$ B. $-\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$ C. $\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$ D. $\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$

Hướng dẫn giải:

Theo giả thiết, con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương ,tức đang hướng về vị trí cân bằng theo chiều dương (li độ góc âm).

Vậy, ta có: $W_d = W_t \Rightarrow W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = 2W_t = 2\frac{1}{2}mgl\alpha^2 \Rightarrow \alpha = \frac{-\alpha_0}{\sqrt{2}}$

Câu 24: Một con lắc đơn đang dao động điều hòa với biên độ góc α_0, tại nơi có gia tốc trọng trường g. Biết lực căng dây cực đại bằng 1,02 lần lực căng dây cực tiểu. Tìm α_0

A. $\alpha_0 = 6^0C$ B. $\alpha_0 = 6{,}6^0C$ C. $\alpha_0 = 9{,}6^0C$ D. $\alpha_0 = 7{,}6^0C$

Hướng dẫn giải:

Lực căng dây cực đại: $T_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$ khi $\alpha = 0$

Lực căng dây cực tiểu: $T_{min} = mg\cos\alpha_0$ khi $\alpha = \alpha_0$

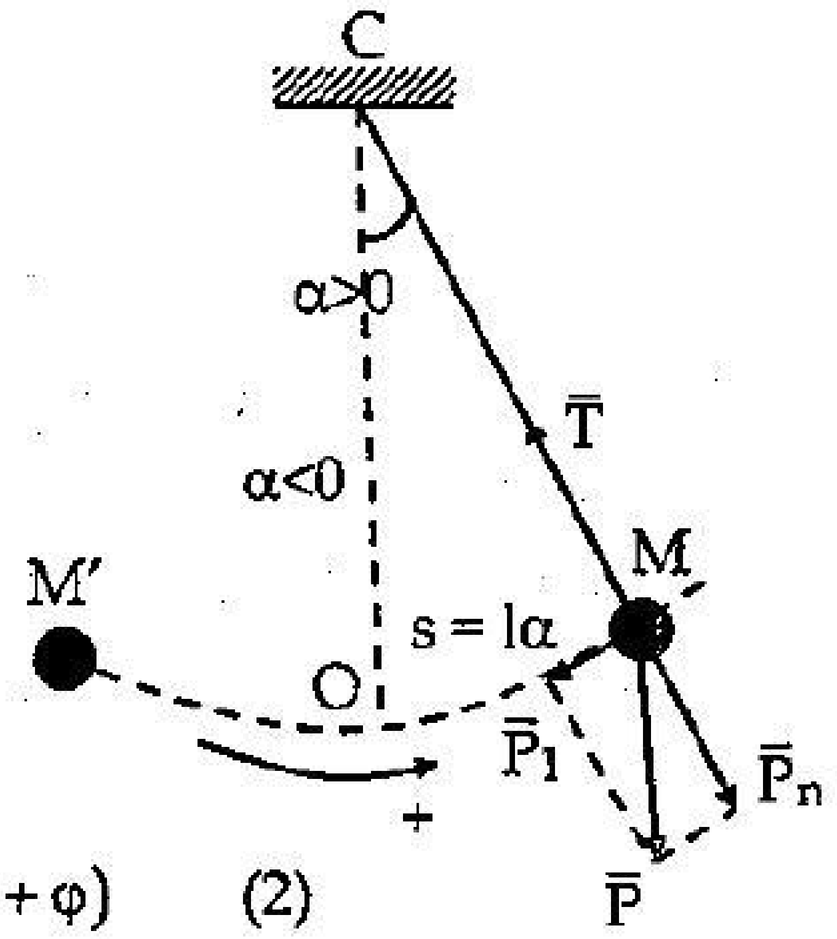
Lực căng dây cực đại bằng 1,02 lần lực căng dây cực tiểu: $T_{max} = 1{,}02T_{min}$

$\Rightarrow mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 1{,}02mg\cos\alpha_0 \Leftrightarrow 3 - 2\cos\alpha_0 = 1{,}02\cos\alpha_0 \Rightarrow \alpha_0 = 6{,}6°$

Chọn B.

Dạng 5: KHẢO SÁT CON LẮC ĐƠN DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

Điều kiện để con lắc đơn dao động điều hòa là góc lệch cực đại của dây treo $\alpha_0 \le 10^\circ$. Lúc này có thể coi vật nặng dao động trên đoạn thẳng M'M



- Chọn gốc tọa độ *O* ở vị trí cân bằng, trục *Os* trùng với M'M

Phương trình dao động của con lắc là

$$s = S_0\cos(\omega t + \varphi) \qquad (1)$$

với $s = \alpha l$ là li độ của dao động;

$S_0 = \alpha_0.l$ là biên độ của dao động;

$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ là tần số góc của dao động.

+ Phương trình dao động theo li độ góc:

$$\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$$

+ Phương trình vận tốc: $v = s' = -\omega S_0\sin(\omega t + \varphi)$ (2)

$\Rightarrow v_{max} = \pm\omega S_0$ (Khi ở vị trí cân bằng)

+ Phương trình gia tốc: $a = v' = -\omega^2 S_0\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 s$

$\Rightarrow a_{max} = \pm\omega^2 s$ (Khi ở hai biên)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow S_0^2 = s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$

- Năng lượng dao động của con lắc: $W = \frac{m\omega^2 S_0}{2} = \frac{mgl\alpha_0^2}{2}$

Thế năng: $W_t = \frac{m\omega^2 s^2}{2} = \frac{mgl\alpha^2}{2}$; Động năng: $W_đ = \frac{mv^2}{2}$

Chú ý: Với $\alpha \le 10^\circ$ thì $\cos\alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$, do đó từ công thức tính năng lượng con lắc $W = mgl(1 - \cos\alpha_0)$, thay $\cos\alpha_0 \approx 1 - \frac{\cos\alpha_0^2}{2}$, ta được $W = \frac{mgl\alpha_0^2}{2}$.

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 28: Một con lắc đơn treo một vật nặng có khối lượng 100(g), chiều dài dây treo là 1(m), treo tại nơi có $g = 9{,}86(m/s^2)$. Bỏ qua mọi ma sát. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc α_0 rồi thả không vận tốc đầu. Biết con lắc dao động điều hòa với năng lượng $W = 8.10^{-4}$ (J). Phương trình dao động điều hòa của con lắc, chọn gốc thời gian lúc vật nặng có li độ cực đại dương. Lấy $\pi^2 = 10$

A. $s = 4\cos(\pi t + \pi)$ cm
B. $s = 4\sqrt{2}\cos(\pi t + \pi)$ cm
C. $s = 4\sqrt{2}\cos(\pi t + \pi/2)$ cm
D. $s = 4\cos(\pi t)$ cm

Hướng dẫn giải

Phương trình dao động: $s = S_0\cos(\omega t + \varphi)$

Tần số góc: $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l}} = \sqrt{9,86} = \pi(\text{rad})$

Biên độ dao động S_0:

Từ $W = \dfrac{m\omega^2 S_0^2}{2} \Rightarrow S_0 = \sqrt{\dfrac{2W}{m\omega^2}} = \sqrt{\dfrac{2.8.10^{-4}}{0,1.\pi^2}} = 0,04(\text{m}) = 4(\text{cm})$

Tìm $\varphi: t = 0,\ s = S_0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

Vậy $s = 4\cos(\pi t)$. **Chọn D**

Ví dụ 29: Một con lắc đơn có chiều dài l = 40cm, được treo tại nơi có g = 10m/s². Bỏ qua sức cản không khí. Đưa con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 0,1rad rồi truyền cho vật nặng vận tốc 20cm/s theo phương vuông góc với dây hướng về vị trí cân bằng. Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng của vật nặng, gốc thời gian lúc gia tốc của vật nặng tiếp tuyến với quỹ đạo lần thứ nhất. Viết phương trình dao động của con lắc theo li độ cong

A. $8\cos(25t + \pi)$ cm

B. $4\sqrt{2}\cos(25t + \pi)$ cm

C. $4\sqrt{2}\cos(25t + \pi/2)$ cm

D. $8\cos(25t)$ cm

Hướng dẫn giải

Theo hệ thức độc lập theo thời gian: $\alpha_0^2 = \alpha^2 + \dfrac{v_0^2}{gl}$

$\Rightarrow \alpha_0 = 0,141 = 0,1\sqrt{2}$ (rad) $\Rightarrow S_0 = \alpha_0 l = 0,04\sqrt{2}$ (m) = $4\sqrt{2}$ (cm) (*)

Tần số góc của dao động $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l}} = 25$ rad/s

Gốc thời gian t = 0 khi gia tốc của vật nặng tiếp tuyến với quỹ đạo lần thứ nhất tức là gia tốc hướng tâm $a_{ht} = 0 \Rightarrow v = 0$: tức là lúc vật ở biên âm.

Khi t = 0 li độ cong $s = -S_0$

Vậy $s = 4\sqrt{2}\cos(\omega t + \pi)$ (cm). ***Chọn B***

Ví dụ 30: Một con lắc đơn dài $l = 20$(cm) treo tại một điểm cố định. Kéo con lắc khỏi phương thẳng đứng một góc bằn 0,1(rad) về phía bên phải rồi chuyền cho một vận tốc 14(cm/s) theo phương vuông góc với dây về phía vị trí cân bằng. Coi con lắc dao động điều hòa, viết phương trình dao động đối với li độ dài của con lắc. Chọn gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ vị trí cân bằng sang phía bên phải, gốc thời gian là lúc con lắc đi qua vị trí cân bằng lần thứ nhất. Cho gia tốc trọng trường $g = 9,8(m/s^2)$.

A. $s = 2\sqrt{2}\cos(7\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm) B. $s = 8\sqrt{2}\cos(5\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm)

C. $s = 8\sqrt{2}\cos(5t - \frac{\pi}{4})$ (cm) D. $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm)

Hướng dẫn giải

Phương trình dao động: $s = S_0\cos(\omega t + \varphi)$

- $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9,8}{0,2}} = 7(\text{rad/s})$
- Từ $W = W_đ + W_t \Leftrightarrow \frac{m\omega^2 S_0^2}{2} = \frac{m\omega^2 s^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow S_0^2 = s^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$

  Với $s = \alpha l$, $v = 14(\text{cm/s}) \Rightarrow S_0 = 2\sqrt{2}(\text{cm})$
- Tại thời điểm $t = 0$ lúc con lắc qua vị trí cân bằng lần thứ nhất nên $s=0, v<0$

$$\Rightarrow \begin{cases} s = S_0\cos\varphi = 0 \\ v = -\omega S_0\sin\varphi < 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos\varphi = 0 \\ \sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

Vậy phương trình dao động của con lắc là: $s = 2\sqrt{2}\cos\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)$(cm)

Chọn D.

Ví dụ 31: Một con lắc đơn đang nằm yên tại vị trí cân bằng, truyền cho nó một vận tốc v_0 = 40 cm/s theo phương ngang thì con lắc đơn dao động điều hòa. Biết rằng tại vị trí có li độ góc $\alpha = 0,1\sqrt{3}$ rad thì nó có vận tốc $v = 20$ cm/s. Lấy $g = 10$ m/s². Chọn gốc thời gian là lúc truyền vận tốc cho vật, chiều dương cùng chiều với vận tốc ban đầu. Viết phương trình dao động của con lắc theo li độ dài.

A. $s = 8\cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm) B. $s = 8\sqrt{2}\cos(5\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm)

C. $s = 8\sqrt{2}\cos(5t - \frac{\pi}{4})$ (cm) D. $s = 8\cos(5t - \frac{\pi}{2})$ (cm)

Hướng dẫn giải

Áp dụng hệ thức độc lập theo thời gian

Ta có $S_0^2 = \frac{v_0^2}{\omega^2} = s^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = \alpha^2 l^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = \frac{\alpha^2 g^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$

$\Rightarrow \omega = \frac{\alpha g}{\sqrt{v_0^2 - v^2}} = 5$ rad/s;

$S_0 = \frac{v_0}{\omega} = 8$ cm; $\cos\varphi = \frac{s}{S_0} = 0 = \cos(\pm\frac{\pi}{2})$; vì $v > 0$ nên $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

Vậy: $s = 8\cos(5t - \frac{\pi}{2})$ (cm). ***Chọn B.***

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 25: Một con lắc đơn có chiều dài $l = 16$ cm. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 9^0 rồi thả nhẹ. Bỏ qua mọi ma sát, lấy $g = 10$ m/s², $\pi^2 = 10$. Chọn gốc thời gian lúc thả vật, chiều dương cùng chiều với chiều chuyển động ban đầu của vật. Viết phương trình dao động theo li độ góc tính ra rad.

A. $\alpha = 0{,}157\cos(2{,}5\pi t + \pi)$ (rad).   B. $\alpha = 0{,}157\cos(2{,}5\pi t - \pi)$ (rad).

C. $\alpha = 0{,}257\cos(2{,}5\pi t - \pi)$ (rad).   D. $\alpha = 0{,}257\cos(3\pi t + \pi)$ (rad).

Hướng dẫn giải

$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = 2{,}5\pi$ rad/s; $\alpha_0 = 9^0 = 0{,}157$ rad; $\cos\varphi = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{-\alpha_0}{\alpha_0} = -1 = \cos\pi$

$\Rightarrow \varphi = \pi$. Vậy: $\alpha = 0{,}157\cos(2{,}5\pi t + \pi)$ (rad). *Chọn B*

Câu 26: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì $T = 2$ s. Lấy $g = 10$ m/s², $\pi^2 = 10$. Viết phương trình dao động của con lắc theo li độ dài. Biết rằng tại thời điểm ban đầu vật có li độ góc $\alpha = 0{,}05$ rad và vận tốc $v = -15{,}7$ cm/s.

A. $s = 5\cos(2\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm)   B. $s = 5\sqrt{2}\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm)

C. $s = 5\sqrt{2}\cos(2\pi t - \frac{\pi}{4})$ (cm)   D. $s = 5\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm)

Hướng dẫn giải

Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$; $l = \frac{g}{\omega^2} = 1$ m $= 100$ cm; $S_0 = \sqrt{(\alpha l)^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 5\sqrt{2}$ cm;

$\cos\varphi = \frac{\alpha l}{S_0} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \cos(\pm\frac{\pi}{4})$; vì $v < 0$ nên $\varphi = \frac{\pi}{4}$.

Vậy: $s = 5\sqrt{2}\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$ (cm). *Chọn B.*

Câu 27: Một con lắc đơn dao động điều hòa với chu kì $T = \frac{\pi}{5}$ s. Biết rằng ở thời điểm ban đầu con lắc ở vị trí biên, có biên độ góc α_0 với $\cos\alpha_0 = 0{,}98$. Lấy $g = 10$ m/s². Viết phương trình dao động của con lắc theo li độ góc.

A. $\alpha = 0{,}2\cos 10t$ (rad)   B. $\alpha = 0{,}2\cos(5t - \frac{\pi}{2})$ (rad)

C. $\alpha = 0{,}3\cos(5t + \frac{\pi}{2})$ (rad)   D. $\alpha = 0{,}3\cos 10t$ (rad)

Hướng dẫn giải

Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 10$ rad/s; $\cos\alpha_0 = 0{,}98 = \cos 11{,}48^0 \Rightarrow \alpha_0 = 11{,}48^0 = 0{,}2$ rad;

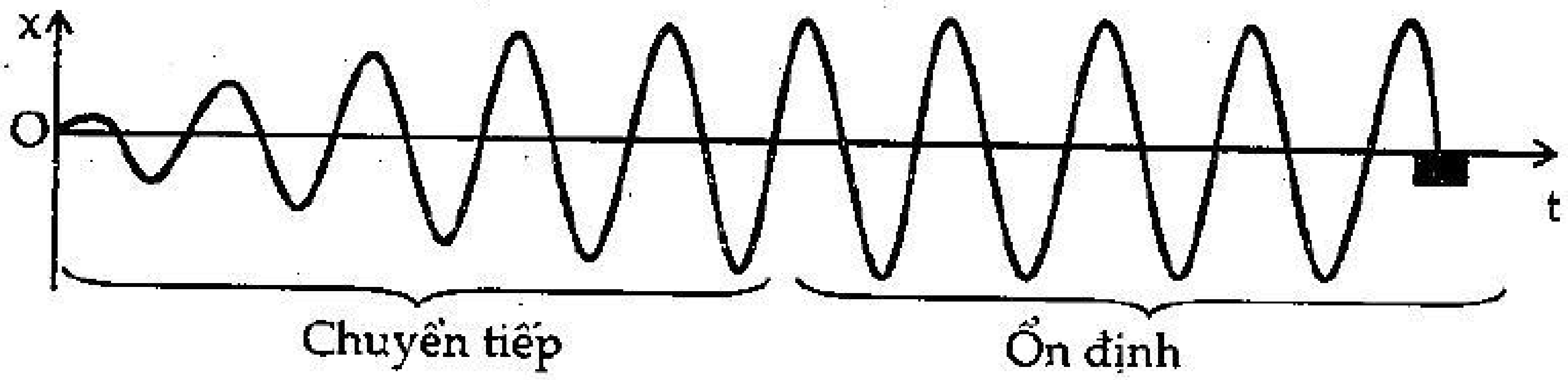
$\cos\varphi = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{\alpha_0}{\alpha_0} = 1 = \cos 0 \Rightarrow \varphi = 0$. Vậy: $\alpha = 0{,}2\cos 10t$ (rad). *Chọn B*

Chuyên đề 3

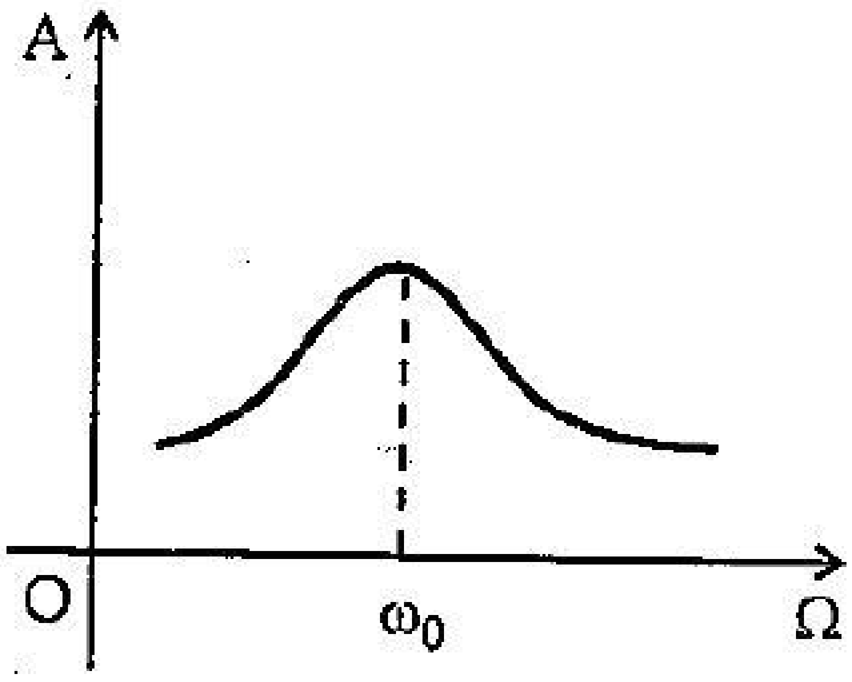
DAO ĐỘNG TẮT DẦN, DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC, HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG

1. Dao động cưỡng bức:

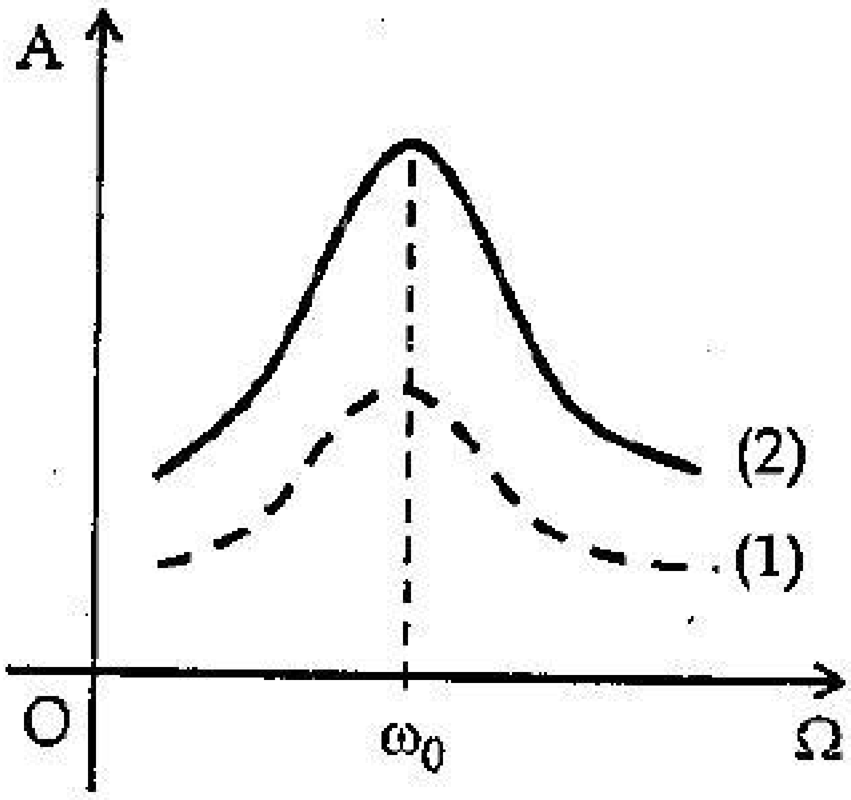
Nếu tác dụng một ngoại lực điều hoà $F = F_0\sin(\Omega t)$ lên một hệ dao động tự do, sau khi dao động của hệ được ổn định (thời gian từ lúc tác dụng lực đến khi hệ có dao động ổn định gọi là giai đoạn chuyển tiếp) thì dao động của hệ là dao động điều hoà có tần số bằng tần số ngoại lực. Biên độ của dao động này phụ thuộc vào tần số ngoại lực và tỉ lệ với biên độ ngoại lực. Đồ thì biểu diễn sự phụ thuộc li độ vật dao động cưỡng bức theo thời gian ở hình vẽ dưới.



2. Cộng hưởng:



- Nếu tần số ngoại lực (Ω) bằng với tần số riêng (ω_0) của hệ dao động tự do, thì biên độ dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại, hiện tượng này gọi là *hiện tượng cộng hưởng*. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc biên độ dao động cưỡng bức theo tần số góc ngoại lực vẽ ở hình bên.



- Cùng một ngoại lực $F = F_0\sin(\Omega t)$ tác dụng lên hệ dao động tự do có tần số ω_0 trong trường hợp hệ dao động có ma sát nhỏ và trường hợp hệ dao động có ma sát lớn. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc biên độ dao động cưỡng bức theo tần số góc ngoại lực trong hai trường hợp được biểu diễn ở hình bên. Đường cong (1) ứng với ma sát lớn, còn đường cong (2) ứng với ma sát nhỏ. Vậy với cùng một ngoại lực tuần hoàn tác dụng lên hệ dao động tự do, *nếu ma sát càng nhỏ thì giá trị cực đại của biên độ càng tăng.*

3. Phân biệt dao động cưỡng bức và dao động duy trì:

a. Dao động cưỡng bức với dao động duy trì:

- **Giống nhau:** Đều xảy ra dưới tác dụng của ngoại lực.
- **Khác nhau:**

Dao động cưỡng bức	Dao động duy trì
Trong giai đoạn ổn định thì tần số dao động cưỡng bức luôn bằng tần số ngoại lực.	Tần số ngoại lực luôn điều chỉnh để bằng tần số dao động tự do của hệ.

b. Cộng hưởng với dao động duy trì:

- **Giống nhau:** Cả hai đều được điều chỉnh để tần số ngoại lực bằng với tần số dao động tự do của hệ.
- **Khác nhau:**

Cộng hưởng	Dao động duy trì
+ Ngoại lực độc lập bên ngoài. + Năng lượng hệ nhận được trong mỗi chu kỳ dao động do công ngoại lực truyền cho lớn hơn năng lượng mà hệ tiêu hao do ma sát trong chu kì đó.	+ Ngoại lực được điều khiển bởi chính dao động ấy qua một cơ cấu nào đó. + Năng lượng hệ nhận được trong mỗi chu kỳ dao động do công ngoại lực truyền cho đúng bằng năng lượng mà hệ tiêu hao do ma sát trong chu kì đó.

4. Ứng dụng của hiện tượng cộng hưởng:

a. **Ứng dụng:** Hiện tượng cộng hưởng có nhiều ứng dụng trong thực tế, ví dụ: chế tạo tần số kế, lên dây đàn...

b. Tác dụng có hại của cộng hưởng:

- Mỗi một bộ phận trong máy (hoặc trong cây cầu) đều có thể xem là một hệ dao động có tần số góc riêng ω_0.
- Khi thiết kế các bộ phận của máy (hoặc cây cầu) thì cần phải chú ý đến sự trùng nhau giữa tần số góc ngoại lực ω và tần số góc riêng ω_0 của các bộ phận này, nếu sự trùng nhau này xảy ra (cộng hưởng) thì các bộ phận trên dao động cộng hưởng với biên độ rất lớn và có thể làm gãy các chi tiết trong các bộ phận này.

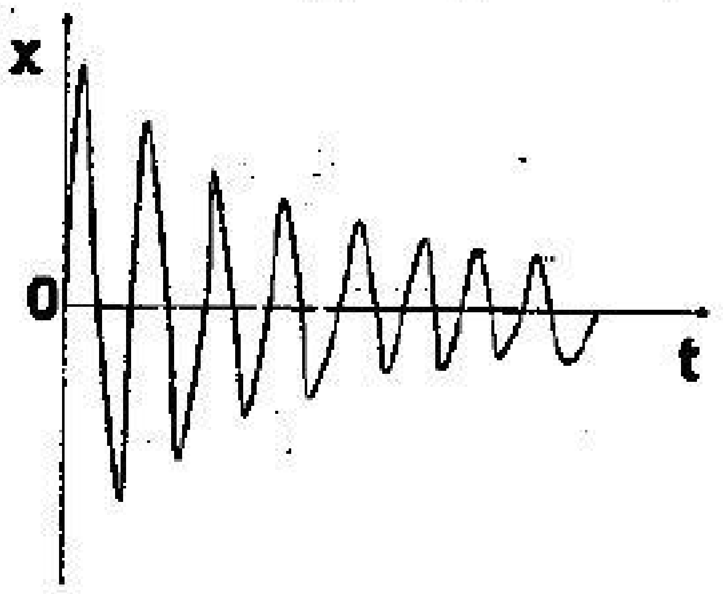
5. Dao động tắt dần

a) **Định nghĩa:** Là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

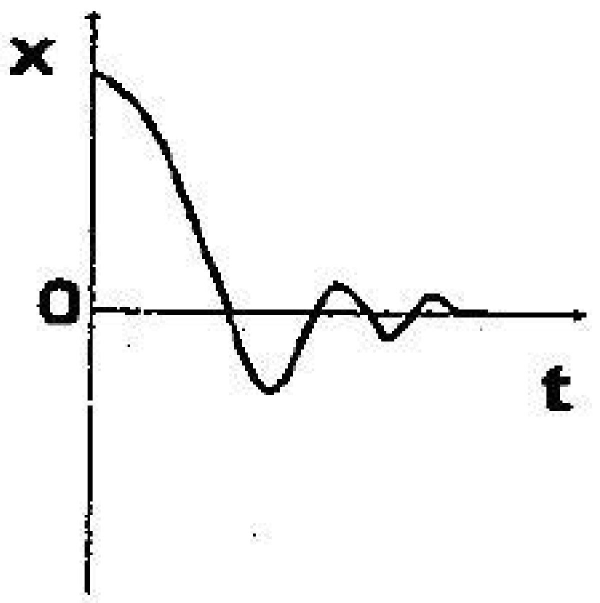
b) Nguyên nhân: Do vật dao động trong môi trường và chịu lực cản của môi trường đó.

c) Đặc điểm:

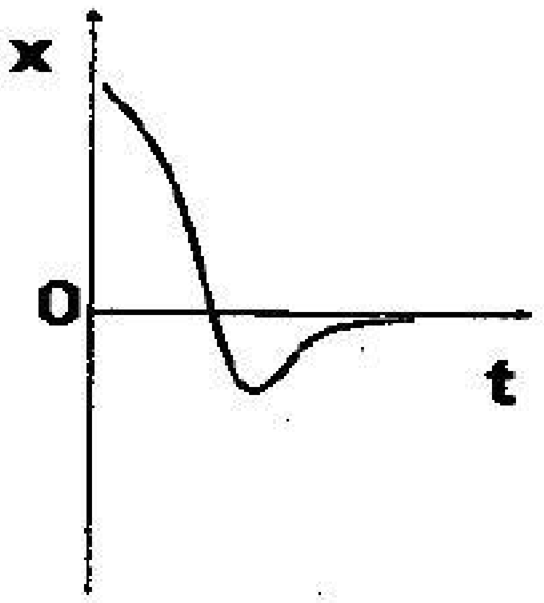
- Cơ năng của vật giảm dần chuyển hóa thành nhiệt.
- Tùy theo lực cản của môi trường lớn hay nhỏ mà dao động tắt dần xảy ra nhanh hay chậm.



Trong không khí



Trong nước



Trong dầu nhớt

6. Tác dụng

- Dao động tắt dần có lợi: Bộ phận giảm xóc trên xe ôtô, xe máy… kiểm tra, thay dầu nhớt.
- Dao động tắt dần có hại: Dao động ở quả lắc đồng hồ, phải lên dây cót hoặc thay pin.

TÓM TẮT CÔNG THỨC:

1. Công thức tính độ giảm biên độ sau mỗi chu kì:

Xét nửa chu kỳ : $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kA'^2 + \mu mg(A + A')$

$\Rightarrow k(A^2 - A'^2) = 2\mu mg(A + A') \rightarrow \Delta A' = \frac{2\mu mg}{k}$

Vậy trong một chu kỳ, độ giảm biên độ: $\boxed{\Delta A = 2\Delta A' = \frac{4\mu mg}{k}}$

Biên độ dao động giảm đều sau mỗi chu kỳ: $\boxed{\Delta A = \frac{4\mu g}{\omega^2}}$

2. Số dao động vật thực hiện cho tới khi dừng: $N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{A\omega^2}{4\mu g}$,

Hay $\boxed{N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{kA}{4\mu mg}}$

3. Thời gian dao động cho tới khi dừng lại: $\boxed{t = N.T = \frac{A\omega^2}{4\mu g}.\frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi\omega A}{2\mu g}(s)}$

4. Cho độ giảm biên độ sau mỗi chu kì là ΔA (%)

⇒ *Độ giảm năng lượng mỗi chu kì:* $\boxed{\Delta E = 1 - (1 - \Delta A\%)^2}$

5. Tính quãng đường vật đi được cho tới lúc dừng:

Chứng minh: Cơ năng ban đầu $W_0=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=\frac{1}{2}kA^2$

Dao động tắt dần là do cơ năng biến thành công của lực ma sát :

$A_{ms}=F_{ms}\Leftrightarrow A_{ms}=N.\mu.S=\mu mg.S$

Đến khi vật dừng lại thì toàn bộ W_0 biến thành A_{ms} nên $W_0=A_{ms}$

$$\Rightarrow\quad \boxed{S=\frac{W_0}{\mu mg}=\frac{\frac{1}{2}\omega^2A^2}{\mu g}=\frac{\frac{1}{2}kA^2}{\mu mg}(m)}$$

6. ***Vật dao động với vận tốc cực đại trong nửa chu kỳ đầu tiên khi qua vị trí x_0.*** Mặt khác để đạt vận tốc lớn nhất thì hợp lực : phục hồi và lực cản phải cân bằng nhau:

$$\Rightarrow kx_0=\mu mg\Rightarrow \boxed{x_0=\frac{\mu mg}{k}}$$

7. ***Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng khi vật đạt vận tốc cực đại lần đầu tiên:***

$$\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}kx_0^2+\frac{1}{2}mv_0^2+\mu mg(A-x_0)$$

$$\Rightarrow\quad mv_0^2=k(A^2-x_0^2)-2\mu mg(A-x_0)\text{ mà }\mu mg=kx_0$$

$$\Rightarrow\quad mv^2=k(A^2-x_0^2)-2kx_0(A-x_0)\Rightarrow\boxed{v=\omega(A-x_0)}$$

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một người xách một xô nước đi trên đường, mỗi bước đi được 50cm. Chu kỳ dao động riêng của nước trong xô là 1s. Nước trong xô bị sóng sánh mạnh nhất khi người đó đi với tốc độ là bao nhiêu?

A. 0,5(m/s) B. 0,4(m/s) C. 0,3(m/s) D. 0,2(m/s)

Phân tích:

Nước trong xô bị sóng sánh mạnh nhất khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng, khi đó chu kỳ của dao động của người bằng với chu kỳ dao động riêng của nước trong xô $\Rightarrow T=1(s)$

Hướng dẫn giải:

Tốc độ đi của người đó là: $v=\frac{S}{T}=\frac{0,5}{1}=0,5(m/s)$. *Chọn A.*

Ví dụ 2: Một con lắc dao động tắt dần chậm, cứ sau mỗi chu kỳ biên độ giảm 3%. Phần năng lượng của con lắc bị mất đi trong một dao động toàn phần là bao nhiêu?

A. $\Delta W=6\%$ B. $\Delta W=7\%$ C. $\Delta W=8\%$ D. $\Delta W=9\%$

Hướng dẫn giải:

Gọi A_0 là biên độ dao động ban đầu của vật. Sau mỗi chu kỳ biên độ của nó giảm 3% nên biên độ còn lại là $A = 0{,}97A_0$. Khi đó năng lượng của vật giảm một lượng là:

$$\Delta W = \frac{\frac{1}{2}kA_0^2 - \frac{1}{2}k(0{,}97A_0)^2}{\frac{1}{2}kA_0^2} = 1 - 0{,}97^2 = 0{,}06 = 6\%$$. *Chọn A.*

Ví dụ 3: Dưới tác dụng của 1 lực có dạng $F = -0{,}8\sin 5t$ (N), một vật có khối lượng 400g dao động điều hòa. Biên độ dao động của vật là:

A. 6cm B. 7cm C. 8cm D. 9cm

Hướng dẫn giải:

Ta có lực kéo về: $F = F_{hd} = ma = -m\omega^2 x$

Theo đề, lực kéo về có phương trình: $F = -0{,}8\sin 5t$ (N)

Lực kéo về cực đại: $F_0 = m\omega^2 A \Rightarrow A = \frac{F_0}{m\omega^2} = \frac{0{,}8}{0{,}4.5^2} = 0{,}08\text{m} = 8\text{cm}$. *Chọn C.*

Ví dụ 4: Một con lắc lò xo có k = 100N/m, có m = 100g dao động với biên độ ban đầu là A= 10cm. Trong quá trình dao động, vật chịu một lực cản không đổi, sau 20s vật dừng lại, (lấy $\pi^2 = 10$). Lực cản có độ lớn là?

A. F = 0,06N B. F = 0,043N C. F = 0,052N D. F = 0,025N

Hướng dẫn giải:

Chu kỳ dao động của con lắc lò xo: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.1}{100}} = 0{,}2\text{s}$

Độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ : $\Delta A = 2\Delta A' = \frac{4\mu mg}{k} = \frac{4F}{k}$ (1)

Thời gian từ lúc bắt đầu dao động đến khi dừng lại: $t = TN = T\frac{A}{\Delta A}$ (2)

Từ (1) và (2): $\Rightarrow F = \frac{T.A.k}{4t} = \frac{0{,}2.0{,}1.100}{4.20} = 0{,}025\text{N}$. *Chọn D*

Ví dụ 5: Gắn một vật có khối lượng m = 200g vào lò xo có độ cứng K = 80N/m. Một đầu lò xo được giữ cố định. Kéo m khỏi VTCB một đoạn 10cm dọc theo trục của lò xo rồi thả nhẹ cho vật dao động. Biết hệ số ma sát giữa m và mặt nằm ngang là $\mu = 0{,}1$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Tìm chiều dài quãng đường mà vật đi được cho đến khi dừng lại.

A. s = 2,5m B. s = 2m C. s = 3m D. s = 3,5m

Hướng dẫn giải:

Do ma sát, vật dao động tắt dần cho đến khi dừng lại.

Cơ năng bị triệt tiêu bởi công của lực ma sát

⇒ cơ năng chuyển toàn bộ năng lượng qua công ma sát:

$$\frac{1}{2}k.A^2 = F_{ms}.s = \mu.mg.s$$

Quãng đường mà vật đi được cho đến khi dừng lại là:

$$s = \frac{k.A^2}{2\mu.mg} = \frac{80.0,1^2}{2.0,1.0,2.10} = 2m$$. ***Chọn B***

Ví dụ 6: Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ có khối lượng và lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng k = 10N/m. Con lắc dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn có tần số ω_F. Biên độ của ngoại lực tuần hoàn không thay đổi. Khi thay đổi ω_F thì biên độ dao động của viên bi thay đổi và khi $\omega_F = 10$rad/s thì biên độ dao động của viên bi đạt giá trị cực đại. Khối lượng m của viên bi bằng

A. 100g. B. 120g. C. 40g. D. 10g.

Hướng dẫn giải:

Khi $\omega_F = 10$rad/s thì biên độ dao động của viên bi đạt giá trị cực đại vì thế lúc này hệ xảy ra cộng hưởng. $\omega_0 = \omega_F = 10$rad/s

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow m = \frac{k}{\omega^2} = \frac{10}{100} = 0,1kg = 100g$$. ***Chọn A***

Ví dụ 7: Một con lắc lò xo đặt nằm ngang gồm 1 vật có khối lượng m = 100(g) gắn vào 1 lò xo có độ cứng k = 10(N/m). Hệ số ma sát giữa vật và sàn là 0,1. Đưa vật đến vị trí lò xo bị nén một đoạn rồi thả ra. Vật đạt vận tốc cực đại lần thứ nhất tại O₁ và $v_{max1} = 60$(cm/s). Quãng đường vật đi được đến lúc dừng lại là:

A.24,5cm. B 24cm. C.21cm. D.25cm.

Hướng dẫn giải:

Áp dụng: $\omega x = v \Rightarrow x = \frac{v}{\omega} = \frac{60}{10} = 6$ (cm)

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng: $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \mu mgx$

$$\Rightarrow A = \sqrt{\frac{v^2 + 2\mu gx}{\omega^2}} = \sqrt{\frac{0,6^2 + 2.0,1.10.0,06}{10^2}} = 6,928203 \text{ (cm)}$$

Quãng đường vật đi được đến lúc dừng lại là:

$$S = \frac{kA^2}{2\mu mg} = \frac{\omega^2A^2}{2\mu g} = \frac{10^2.(6,928203.10^{-2})^2}{2.0,1.10} = 0,24 \text{ m} = 24 \text{ cm}.$$ ***Chọn B.***

Ví dụ 8: Một con lắc lò xo gồm vật m₁ (mỏng, phẳng) có khối lượng 2kg và lò xo có độ cứng k = 100N/m đang dao động điều hòa trên mặt phẳng nằm ngang không ma sát với biên độ A = 5 cm. Khi vật m_1 đến vị trí biên thì người ta đặt nhẹ lên nó một vật có khối lượng m_2. Cho hệ số ma sát giữa m_2 và m_1 là $\varphi = 0.2; g = 10 m/s^2$. Giá trị của m_2 để nó không bị trượt trên m_1 là

A. $m_2 \le 0,5kg$ B. $m_2 \le 0,4kg$ C. $m_2 \ge 0,5kg$ D. $m_2 \ge 0,4kg$

Hướng dẫn giải:

Cách 1: Sau khi đặt m_2 lên m_1 hệ dao động với tần số góc:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m_1 + m_2}$$

Để vật m_2 không trượt trên m_1 thì lực quán tính cực đại tác dụng lên m_2 có độ lớn không vượt quá lực ma sát nghỉ giữa m_1 và m_2 tức là $F_{msn} \ge F_{qt\max}$

$$\Leftrightarrow \mu m_2 g \ge m_2 a_{max} \Leftrightarrow \mu g \ge \omega^2 A \Leftrightarrow \mu g \ge \frac{k}{m_1 + m_2} A \Leftrightarrow m_2 \ge 0,5(kg)$$

Cách 2: Để m_2 không trượt trên m_1 thì gia tốc chuyển động của m_2 có độ lớn lớn hơn hoặc bằng độ lớn gia tốc của hệ ($m_1 + m_2$): $a = -\omega^2 x$. Lực ma sát giữa m_2 và m_1 gây ra gia tốc của m_2 có độ lớn $a_2 = \mu g = 2m/s^2$

Điều kiện để m_2 không bị trượt trong quá trình dao động là

$$a_{max} = \omega^2 A \le a_2 \text{ suy ra } \frac{kA}{m_1 + m_2} \le \mu g \Rightarrow \mu g(m_1 + m_2) \ge k A$$

$$2(2 + m_2) \ge 5 \Rightarrow m_2 \ge 0,5 \text{ kg.}$$

TỔNG QUÁT:

Điều kiện vật có khối lượng m_0 không trượt.

$$\Leftrightarrow m_0 a_{max} \le \mu_n N \qquad \Leftrightarrow m_0 A \omega^2 \le \mu_n m_0 g$$

$$\Leftrightarrow m_0 \frac{v_{max}}{\omega} \omega^2 \le \mu_n m_0 g \Leftrightarrow m_0 v_{max} \omega \le \mu_n m_0 g$$

$$\Leftrightarrow v_{max} \le \frac{\mu_n g}{\omega} = \frac{\mu_n g}{\sqrt{\frac{k}{M + m_0}}} \qquad (1)$$

Chọn đáp án C

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Nhận định nào sau đây là sai khi nói về dao động cơ học tắt dần?

A. Trong dao động tắt dần, cơ năng giảm dần theo thời gian.

B. Lực ma sát càng lớn thì dao động tắt dần càng nhanh.

C. Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

D. Dao động tắt dần có động năng giảm dần còn thế năng biến thiên điều hoà.

Hướng dẫn giải

A. **Đúng**, vì cơ năng có biểu thức $W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$ nên cơ năng giảm nhanh hơn biên độ.

B. **Đúng**, vì nguyên nhân tắt dần là do lực cản của môi trường, ở đây là ma sát.

C. **Đúng**, theo định nghĩa của dao động tắt dần.

D. **Sai**, vì dao động tắt dần không còn tính tuần hoàn nữa nên động năng và thế năng biến thiên không tuần hoàn suy ra không điều hòa.

Chọn D

Câu 2: Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng cơ thì vật tiếp tục dao động

A. với tần số bằng tần số dao động riêng.

B. với tần số nhỏ hơn tần số dao động riêng.

C. với tần số lớn hơn tần số dao động riêng.

D. mà không chịu ngoại lực tác dụng

Hướng dẫn giải

Khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng cơ thì vật tiếp tục dao động

A. **Đúng, với tần số bằng tần số dao động riêng.**

B. **Sai**, với tần số **bằng** tần số dao động riêng.

C. **Sai**, với tần số **bằng** tần số dao động riêng.

D. **Sai, vì ngoại lực vẫn còn.**

Chọn A

Câu 3: Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về dao động cơ học?

A. Biên độ của dao động cưỡng bức của một hệ cơ học khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng không phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

B. Tần số dao động cưỡng bức của một hệ cơ học bằng tần số của ngoại lực điều hoà tác dụng lên hệ ấy.

C. Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi tần số của ngoại lực điều hoà bằng tần số dao động riêng của hệ.

D. Tần số dao động tự do của một hệ cơ học là tần số dao động riêng của hệ ấy.

Hướng dẫn giải

A. Biên độ của dao động cưỡng bức của một hệ cơ học khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng **phụ thuộc** vào lực cản của môi trường. **Sai**

B. Tần số dao động cưỡng bức của một hệ cơ học bằng tần số của ngoại lực điều hoà tác dụng lên hệ ấy. **Đúng**

C. Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi tần số của ngoại lực điều hoà bằng tần số dao động riêng của hệ. **Đúng**

D. Tần số dao động tự do của một hệ cơ học là tần số dao động riêng của hệ ấy. **Đúng**

Chọn A.

Câu 4: Khi nói về dao động cưỡng bức, phát biểu nào sau đây là **đúng**?

A. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động cưỡng bức.

B. Biên độ của dao động cưỡng bức là biên độ của lực cưỡng bức.

C. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.

D. Dao động cưỡng bức có tần số nhỏ hơn tần số của lực cưỡng bức.

Hướng dẫn giải

A. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động cưỡng bức. **Đúng**

B. **Sai.** Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào tần số ngoại lực tỉ lệ với biên độ của ngoại lực.

C. **Sai.** Dao động cưỡng bức có biên độ **thay đổi** và **đạt cực đại** khi tần số lực cưỡng bức bằng tần số riêng

D. **Sai.** Dao động cưỡng bức có tần số **chính là** tần số của lực cưỡng bức.

Chọn A.

Câu 5: Một người xách một xô nước đi trên đường mỗi bước đi dài 50cm thì nước trong xô bị sóng sánh mạnh nhất. Vận tốc đi của người đó là 2,5km/h. Chu kỳ dao động riêng của nước trong xô là:

A. 0,72 s. B. 0,35 s. C. 0,45 s. D. 0,52 s.

Hướng dẫn giải

Ta chuyển đơn vị vận tốc về m/s: $v = 2{,}5\text{km/h} = \dfrac{25}{36}$ m/s

Nước trong xô bị sóng sánh mạnh nhất khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng, khi đó chu kỳ của dao động của người bằng với chu kỳ dao động riêng của nước trong xô: $T = \dfrac{S}{v} = \dfrac{36.0{,}5}{25} = 0{,}72\text{s}$. *Chọn A*

Câu 6: Một chất điểm dao động tắt dần có biên độ giảm đi 5% sau mỗi chu kỳ. Phần năng lượng của chất điểm bị giảm đi trong một dao động là:

A. 5%. B. 9,75%. C. 9,85%. D. 9,55%.

Hướng dẫn giải

Gọi A_0 là biên độ dao động ban đầu của vật. Sau mỗi chu kỳ, biên độ của nó giảm 5% nên biên độ còn lại là $A = 0{,}95A_0$. Khi đó năng lượng của vật giảm một lượng là:

$$\Delta W=\frac{\frac{1}{2}kA_0^2-\frac{1}{2}k(0{,}95A_0)^2}{\frac{1}{2}kA_0^2}=1-0{,}95^2=0{,}0975=9{,}75\%$$ ***Chọn B.***

Câu 7: Một con lắc lò xo dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kỳ, biên độ của nó giảm 0,5%. Hỏi năng lượng dao động của con lắc bị mất đi sau mỗi dao động toàn phần là bao nhiêu % ?

A. 3%. B. 1%. C. 9%. D. 5%.

Hướng dẫn giải

Gọi A_0 là biên độ dao động ban đầu của vật. Sau mỗi chu kỳ biên độ của nó giảm 0,5% nên biên độ còn lại là $A = 0{,}995A_0$. Khi đó năng lượng của vật giảm một lượng là: $$\Delta W=\frac{\frac{1}{2}kA_0^2-\frac{1}{2}k(0{,}995A_0)^2}{\frac{1}{2}kA_0^2}=1-0{,}995^2=0{,}01=1\%$$

Do đó phần năng lượng của con lắc mất đi sau mỗi dao động toàn phần là 1%. ***Chọn B***

Câu 8: Chọn câu trả lời **đúng.** Một vật dao động tắt dần có cơ năng ban đầu $E_0 = 0{,}25$J. Cứ sau một chu kỳ dao động thì biên độ giảm 1%. Phần cơ năng còn lại sau chu kỳ đầu là:

A. 24,5 mJ. B. 245 mJ. C. 24,8 mJ. D. 248 mJ.

Hướng dẫn giải

Gọi A_0 là biên độ dao động ban đầu của vật. Sau mỗi chu kỳ biên độ của nó giảm 1% nên biên độ còn lại là $A = 0{,}99A_0$. Khi đó năng lượng của vật giảm một lượng là: $$\Delta W=\frac{\frac{1}{2}kA_0^2-\frac{1}{2}k(0{,}99A_0)^2}{\frac{1}{2}kA_0^2}=1-0{,}99^2=0{,}02=2\%.$$

Do đó phần cơ năng còn lại sau chu kỳ đầu là: 100% – 2% = 98%

$\Rightarrow E' = 0{,}98E_0 = 0{,}98.0{,}25 = 0{,}245\text{J} = 24{,}5\text{mJ}$. ***Chọn A***

Câu 9: Một con lắc đơn có độ dài 0,3m được treo vào trần của một toa xe lửa. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa xe gặp chổ nối nhau của các đoạn đường ray. Khi con tàu chạy thẳng đều với tốc độ là bao nhiêu thì biên độ của con lắc lớn nhất. Cho biết khoảng cách giữa hai mối nối là 12,5m.. Lấy $g = 9{,}8\text{m/s}^2$.

A. 40,9 km/h. B. 39,3 km/h. C. 29,0 km/h. D. 19 km/h.

Hướng dẫn giải

Chu kỳ dao động của con lắc đơn: $T=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}=1{,}1\text{s}$

Biên độ của con lắc lớn nhất khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng, khi đó khoảng thời gian tàu chạy qua hai mối nối của thanh ray chính là chu kỳ dao động riêng của con lắc.

Tốc độ của con lắc để biên độ của nó lớn nhất là:

$$v=\frac{S}{t}=\frac{S}{T}=\frac{12,5}{1,1}=11,36m/s=40,9km/h$$ *Chọn A*

Câu 10: Một người đi bộ với bước đi dài $\Delta s = 0,6m$. Nếu người đó xách một xô nước mà nước trong xô dao động với tần số f = 2Hz. Người đó đi với vận tốc bao nhiêu thì nước trong xô sóng sánh mạnh nhất ?

A. 2,85 km/h. B. 3,95 km/h. C. 4,32 km/h. D. 5,00 km/h.

Hướng dẫn giải

Nước trong xô bị sóng sánh mạnh nhất khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng, khi đó chu kỳ của dao động của người bằng với chu kỳ dao động riêng của nước trong xô $\Rightarrow T = 1/f = 0,5(s)$

Khi đó tốc độ đi của người đó là: $v=\frac{S}{t}=\frac{S}{T}=\frac{0,6}{0,5}=1,2m/s=4,32km/h$

Chọn C.

Câu 11: Một con lắc lò xo dao động tắt dần trên mặt phẳng nằm ngang với các thông số như sau: m = 0,1kg, v_{max} = 1m/s, μ = 0.05. Tính độ lớn vận tốc của vật khi vật đi được 10cm.

A. 0,95cm/s B. 0,3cm/s C. 0.95m/s D. 0.3m/s

Hướng dẫn giải

Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

$$\frac{mv_{max}^2}{2}=\frac{mv^2}{2}+A_{Fms}=\frac{mv^2}{2}+\mu mgS \Rightarrow v^2=v_{max}^2-2\mu gS$$

$$\Rightarrow v=\sqrt{v_{max}^2-2\mu gS}=\sqrt{1-2.0,05.9,8.0.1}=\sqrt{0,902}=0,9497\ m/s$$

$\Rightarrow v \approx 0,95m/s$. *Chọn C*

Câu 12: Một lò xo nằm ngang, k = 40N/m, chiều dài tự nhiên = 50cm, đầu B cố định, đầu O gắn vật có m = 0,5kg. Vật dao động trên mặt phẳng nằm ngang hệ số ma sát = 0,1. Ban đầu vật ở vị trí lò xo có độ dài tự nhiên, kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng 5cm và thả tự do, chọn câu đúng:

A. điểm dừng lại cuối cùng của vật là O.

B. khoảng cách ngắn nhất của vật và B là 45cm.

C. điểm dừng cuối cùng cách O xa nhất là 1,25cm.

D. khoảng cách giữa vật và B biến thiên tuần hoàn và tăng dần

Hướng dẫn giải

Vật dừng lại ở bất kì vị trí nào thỏa mãn lực đàn hồi không thắng nổi lực ma sát:

$kx \le \mu mg \Rightarrow x \le \frac{\mu mg}{k} = .x_{max} = 1,25cm.$ *Chọn C*

Câu 13: Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng 0,2 kg và lò xo có độ cứng k = 20N/m. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là 0,01. Từ vị trí lò xo không bị biến dạng, truyền cho vật vận tốc ban đầu 1m/s thì thấy con lắc dao động tắt dần trong giới hạn đàn hồi của lò xo. Lấy $g = 10 m/s^2$. Độ lớn lực đàn hồi cực đại của lò xo trong quá trình dao động bằng

A. 1,98 N. B. 2 N. C. 1,5 N. D. 2,98 N

Hướng dẫn giải

Lực đàn hồi cực đại khi lò xo ở vị trí biên lần đầu:

Ta có $W_{đ\,sau} - W_đ = A_{cản} \Rightarrow \mu.mgA + \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv^2$

$A = 0,09$ m $\Rightarrow F_{max} = kA = 1,98$ N. *Chọn A.*

Câu 14: Con lắc lò xo nằm ngang có k = 100N/m, vật m = 400g. Kéo vật ra khỏi VTCB một đoạn 4cm rồi thả nhẹ cho vật dao động. Biết hệ số ma sát giữa vật và sàn là $\mu = 5.10^{-3}$. Xem chu kỳ dao động không thay đổi, lấy $g = 10m/s^2$. Quãng đường vật đi được trong 1,5 chu kỳ đầu tiên là:

A. 24cm B. 23,64cm C. 20,4cm D. 23,28cm

Hướng dẫn giải

Sau mỗi nửa chu kì A giảm

$$\Delta A = \frac{2\mu mg}{k} = 0,04cm \Rightarrow S = 4 + 2.3,96 + 2.3,92 + 3,88 = 23,64(cm)$$

Chọn B.

Câu 15: Một con lắc lò xo nằm ngang gồm vật có khối lượng 600g, lò xo có độ cứng 100N/m. Người ta đưa vật ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn 6,00 cm rồi thả nhẹ cho nó dao động, hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là 0,005. Lấy $g = 10 m/s^2$. Khi đó số dao động vật thực hiện cho đến lúc dừng lại là

A. 500 B. 50 C. 200 D. 100

Hướng dẫn giải

Độ giảm biên độ sau một chu kỳ $\Delta A = \frac{4\mu mg}{k}$

Số dao động thực hiện được $N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{kA}{4\mu mg} = \frac{100.0,06}{4.0,005.0,6.10} = 50$

Chọn B.

Câu 16: Một con lắc lò xo nằm ngang gồm lò xo có độ cứng k = 40N/m và quả cầu nhỏ A có khối lượng 100g đang đứng yên, lò xo không biến dạng.

Dùng quả cầu B giống hệt quả cầu A bắn vào quả cầu A dọc theo trục lò xo với vận tốc có độ lớn 1m/s; va chạm giữa hai quả cầu là đàn hồi xuyên tâm. Hệ số ma sát giữa A và mặt phẳng đỡ là $\mu = 0,1$; lấy $g = 10m/s^2$. Sau va chạm thì quả cầu A có biên độ lớn nhất là:

A. 5cm B. 4,756cm. C. 4,525 cm. D. 3,759 cm

Hướng dẫn giải

Theo định luật bảo toàn động lượng vận tốc của quả cầu A sau va chạm $v = 1m/s$.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

$$\frac{kA^2}{2} + A_{Fms} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \frac{kA^2}{2} + \mu mgA = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Rightarrow 20A^2 + 0,1A - 0,05 = 0 \Rightarrow 200A^2 + A - 0,5 = 0$$

$$\Rightarrow A = \frac{\sqrt{401} - 1}{400} = 0,04756\ m = 4,756\ cm.$$ *Chọn B.*

Câu 17: Một con lắc lò xo nằm ngang gồm vật nhỏ khối lượng 200 gam, lò xo có độ cứng 10 N/m, hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt phẳng ngang là 0,1. Ban đầu vật được giữ ở vị trí lò xo dãn 10 cm, rồi thả nhẹ để con lắc dao động tắt dần, lấy $g = 10m/s^2$. Trong khoảng thời gian kể từ lúc thả cho đến khi tốc độ của vật bắt đầu giảm thì độ giảm thế năng của con lắc là:

A. 2 mJ. B. 20 mJ. C. 50 mJ. D. 48 mJ.

Hướng dẫn giải

Vật đạt vận tốc cực đại khi $F_{đh} = F_{ms} \Rightarrow kx = \mu mg \Rightarrow x = \mu mg/k = 2$ (cm)

Do đó độ giảm thế năng là : $\Delta W_t = \frac{k}{2}(A^2 - x^2) = 0,048\ J = 48\ mJ$. *Chọn D.*

Câu 18: Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 10N/m$, khối lượng vật nặng $m = 100g$, dao động trên mặt phẳng ngang, được thả nhẹ từ vị trí lò xo dãn 6cm so với vị trí cân bằng. Hệ số ma sát trượt giữa con lắc và mặt bàn bằng $\mu = 0,2$. Thời gian chuyển động thẳng của vật m từ lúc ban đầu đến vị trí lò xo không biến dạng là:

A. $\frac{\pi}{25\sqrt{5}}$ (s). B. $\frac{\pi}{20}$ (s). C. $\frac{\pi}{15}$ (s). D. $\frac{\pi}{30}$ (s).

Hướng dẫn giải

Vị trí cân bằng của con lắc lò xo cách vị trí lò xo không biến dạng x;

$kx = \mu mg \Rightarrow x = \mu mg/k = 2$ (cm). Chu kỳ dao động $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0,2\pi$ (s)

Thời gian chuyển động thẳng của vật m từ lúc ban đầu đến vị trí lò xo không biến dạng là:

$t = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{\pi}{15}$ (s) (vật chuyển động từ biên A đến li độ $x = -\frac{A}{2}$). *Chọn C*

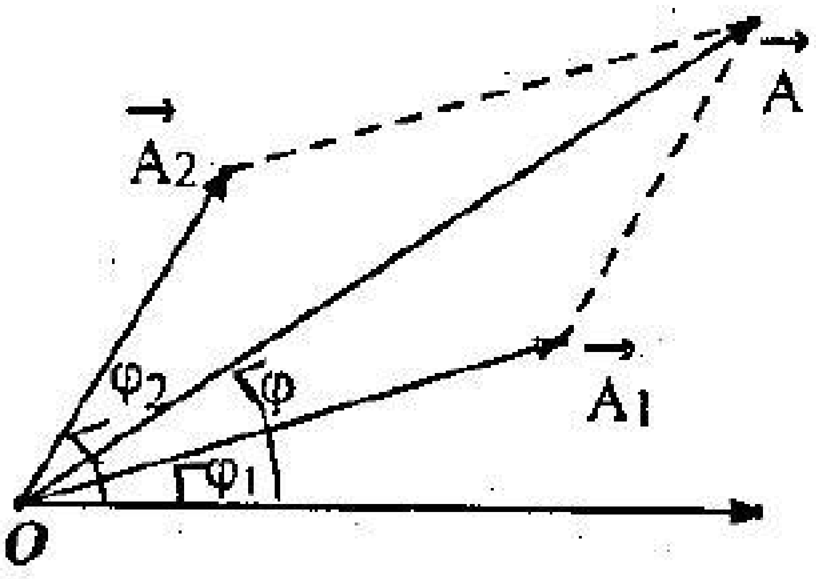
Chuyên đề 4

TỔNG HỢP DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

PHƯƠNG PHÁP GIẢI:

1. Các dao động thành phần cùng biên độ: áp dụng phương pháp lượng giác

$$\begin{cases} \cos a + \cos b = 2\cos\dfrac{a+b}{2}\cos\dfrac{a-b}{2} \\ \sin a + \sin b = 2\sin\dfrac{a+b}{2}\cos\dfrac{a-b}{2} \end{cases}$$



2. Các dao động thành phần khác biên độ: áp dụng phương pháp giãn đồ véc tơ quay (giãn đồ Frex-nen).

$$\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)} \\ \tan\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} \end{cases}$$

3. Nếu biết một dao động thành phần $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$ và dao động tổng hợp $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì dao động thành phần là $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$ được xác định bởi biểu thức:

$$\begin{cases} A_2^2 = A^2 + A_1^2 - 2AA_1\cos(\varphi - \varphi_1) \\ \tan\varphi_2 = \dfrac{A\sin\varphi - A_1\sin\varphi_1}{A\cos\varphi - A_1\cos\varphi_1} \end{cases} \qquad (\text{với } \varphi_1 \le \varphi \le \varphi_2)$$

4. Nếu số dao động thành phần là 3, 4 trở lên

+ Biểu diễn mỗi dao động bằng một véc tơ quay trong mặt phẳng 0xy, gốc ở 0.

+ Thiết lập phương trình dao động tổng hợp:

$x = x_1 + x_2 + ... + x_n$

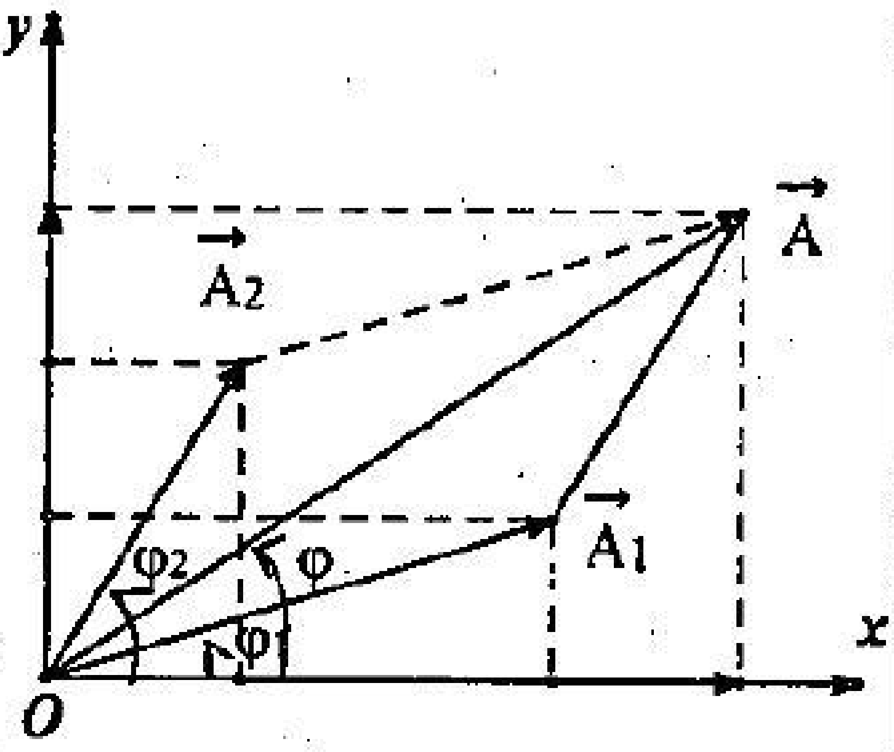
Dưới dạng véc tơ: $\bar{A} = \bar{A}_1 + \bar{A}_2 + ... + \bar{A}_n$

Chiếu phương trình này lên Ox và Oy:

$$\begin{cases} A_x = A_{1x} + A_{2x} + ... + A_{nx} \\ A_y = A_{1y} + A_{2y} + ... + A_{ny} \end{cases}$$

Hay:

$$\begin{cases} A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + ... + A_n\cos\varphi_n \\ A_y = A_y\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + ... + A_n\sin\varphi_n \end{cases}$$



Ta sẽ tính ngay được biên độ và pha ban đầu của dao động tổng hợp:

$$\begin{cases} A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \\ \tan\varphi = \dfrac{A_y}{A_x} \end{cases}$$

Đây là phương pháp ta có thể áp dụng cho bất cứ bài toán tổng hợp dao động nào một cách rất nhanh và tiện lợi.

Chú ý: Các phương trình dao động thành phần biểu diễn khác dạng nhau thì phải dùng công thức lượng giác biến đổi về cùng dạng sau đó mới tổng hợp.

* **Nhược điểm của phương pháp sử dụng giản đồ Frex-nen khi tìm biên độ A và pha ban đầu khi làm trắc nghiệm:**

Mất nhiều thời gian để biểu diễn giản đồ véctơ, đôi khi không biểu diễn được với những bài toán tổng hợp từ 3 dao động trở lên, hay tìm dao động thành phần. Nên việc xác định biên độ A và pha ban đầu φ của dao động tổng hợp theo phương pháp Frex-nen là rất phức tạp và dễ nhầm lẫn khi thao tác *"nhập máy"* đối với các em học sinh, thậm chí còn phiền phức ngay cả với giáo viên.

Việc xác định góc φ hay φ_2 thật sự khó khăn đối với học sinh bởi vì cùng một giá trị tanφ luôn tồn tại hai giá trị của φ (ví dụ: tanφ=1 thì φ = π/4 hoặc φ = –3π/4) vậy chọn giá trị nào cho phù hợp với bài toán!.

5. Phương pháp dùng máy tính CASIO fx – 570ES hoặc CASIO fx – 570ES Plus hoặc CASIO fx – 570MS

Phương pháp

Chọn chế độ mặc định của máy tính:

+ Để tính dạng toạ độ cực: A ∠ φ. Bấm máy tính: *SHIFT* *MODE* ↓ 3 2
+ Để tính dạng toạ độ đề các: a + ib. Bấm máy tính : *SHIFT* *MODE* ↓ 3 1
+ Để thực hiện các phép tính về số phức thì phải chọn ***Mode*** ở dạng ***Complex (dạng số phức)*** trên màn hình xuất hiện chữ CMPLX.

  Ta bấm máy tính: *MODE* 2 .
+ Để cài đặt đơn vị đo góc (Deg, Rad) cũng có tác dụng với số phức.

- Nếu trên màn hình hiển thị kí hiệu **D** thì ta nhập các góc có đơn vị đo góc là độ:**D**.

  Chọn chế độ này ta bấm máy : SHIFT *MODE* 3 (là chọn chế độ tính theo độ:D).
- Nếu màn hình hiển thị kí hiệu **R** thì ta nhập các góc với đơn vị **rad (R)**.

  Chọn chế độ này ta bấm máy SHIFT *MODE* 4 (là chọn chế độ tính theo rad: **R**).

Kinh nghiệm cho thấy: nhập với đơn vị **độ** nhanh hơn đơn vị rad nhưng kết quả sau cùng cần phải chuyển sang đơn vị **rad** đối với những bài toán cho theo đơn vị rad. (vì nhập theo đơn vị rad phải có dấu ngoặc đơn '(' ')' nên thao tác nhập lâu hơn, **ví dụ:** nhập 90 độ thì nhanh hơn nhập (π/2)

+ Để nhập ký hiệu góc ∠ φ của số phức ta ấn SHIFT (−).

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình: $x_1 = \sqrt{3}\cos(\omega t - \pi/2)$ cm, $x_2 = \cos(\omega t)$ cm.

Phương trình dao động tổng hợp:

A. $x = 2\sqrt{2}\cos(\pi t - \pi/4)$ cm
B. $x = 2\sqrt{2}\cos(\pi t + \pi/4)$ cm
C. $x = 2\cos(\pi t - \pi/3)$ cm
D. $x = 2\cos(\pi t + \pi/3)$ cm

Phân tích:

Theo đề bài ta nhận thấy: biên độ của hai dao động khác nhau nên không dùng công thức lượng giác để giải được. Mặc khác ta thấy: biên độ và pha ban đầu cho rõ ràng nên cách giải nhanh nhất là sử dụng máy tính casio fx 570 es.

Hướng dẫn giải

Cách 1:

Biên độ dao động tổng hợp:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} = \sqrt{\left(\sqrt{3}\right)^2 + 1^2 + 2\sqrt{3}.1\cos\left(0 - \frac{\pi}{2}\right)}$$

$$= 2\text{cm}$$

Pha ban đầu của dao động tổng hợp được tính theo công thức.

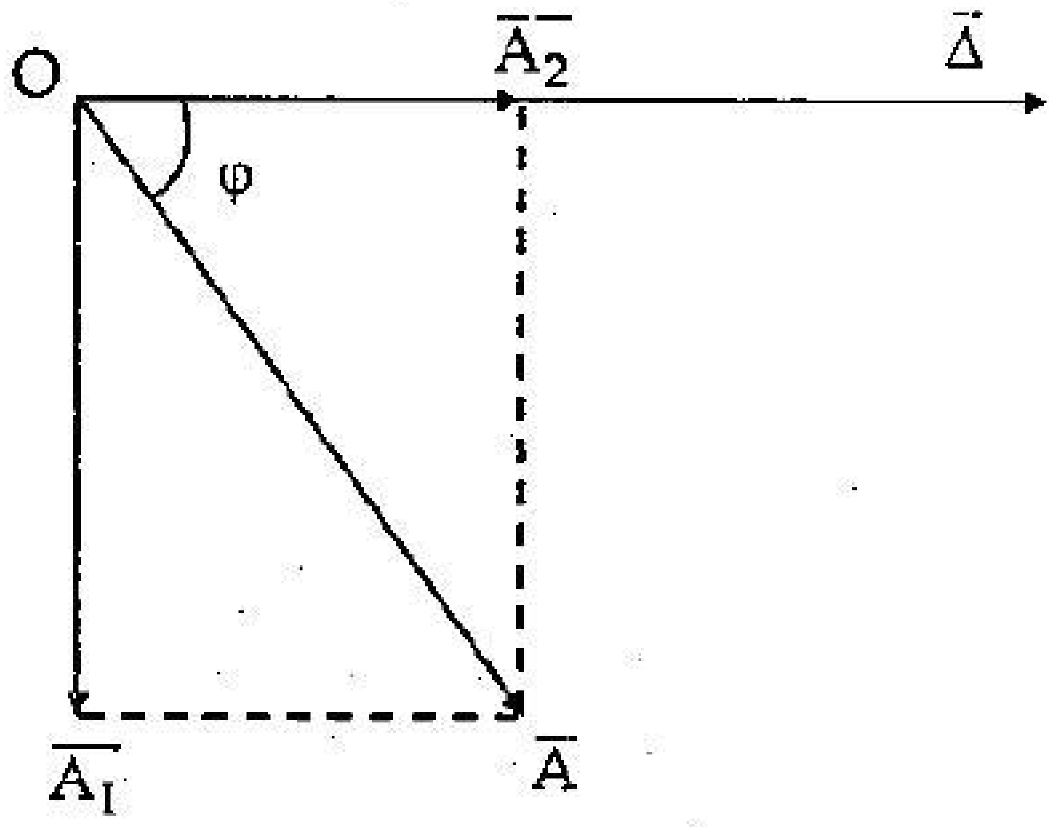
$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos_2} = \frac{\sqrt{3}\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) + 1\sin 0}{\sqrt{3}\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) + 1\cos 0} = -\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \varphi = -\frac{\pi}{3} \\ \varphi = -\frac{2\pi}{3} \end{array}\right. \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3} \text{ (Loại giá trị } \varphi = \frac{2\pi}{3} \text{ vì } -\frac{\pi}{2} \le \varphi \le 0)$$

Đáp án $x = 2\cos(\omega t - \pi/3)$ cm

Chú ý: nếu ta để ý ta sẽ thấy rằng: hai dao động này vuông pha nhau vì $\Delta\varphi = 0 - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$, nên biên độ dao động tổng hợp được tính nhanh hơn theo công thức: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = \sqrt{\left(\sqrt{3}\right)^2 + 1^2} = 2\text{cm}$

Cách 2: **dùng hình vẽ**



Vì $\Delta\varphi = 0 - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$ nên $\vec{A_1} \perp \vec{A_2}$

Suy ra tam giác OA_2A vuông tại A_2

$\tan\varphi = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$

Góc φ nằm phía dưới trục Δ

nên $\varphi < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}$.

Cách 3:

Dùng máy tính:Với máy FX570ES: Bấm $\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{2}$ màn hình xuất hiện chữ: **CMPLX**

Chọn chế độ máy tính theo **radian(R):** $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{4}$

Tìm dao động tổng hợp:

Nhập máy: $\sqrt{3}$ ▷ $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{(-)}(-\pi/2) + 1\,\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{(-)}0$ = kết quả $2\angle -\pi/3$

Đáp án $x = 2\cos(\omega t - \pi/3)$ cm. *Chọn C*

Ví dụ 2: Cho các dao động thành phần lần lượt có phương trình:

$x_1 = 3\cos\pi t\,(cm)$, $x_2 = 3\sin\pi t\,(cm)$, $x_3 = 2\cos\pi t\,(cm)$, $x_4 = 2\sin\pi t\,(cm)$

Viết phương trình dao động tổng hợp của bốn dao động trên

A. $x = 5\sqrt{2}\cos(\pi t - \pi/4)$ cm

B. $x = 5\sqrt{2}\cos(\pi t + \pi/4)$ cm

C. $x = 5\cos(\pi t - \pi/4)$ cm

D. $x = 5\cos(\pi t + \pi/4)$ cm

Hướng dẫn giải:

Viết lại các phương trình dao động:

$x_2 = 3\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(cm)$; $x_4 = 2\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(cm)$

Áp dụng công thức: $\begin{cases} A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + A_3\cos\varphi_3 + A_4\cos\varphi_4 \\ A_y = A_y\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + A_3\sin\varphi_3 + A_4\sin\varphi_4 \end{cases}$

Thay số: $\begin{cases} A_x = 3\cos 0 + 3\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) + 2\cos 0 + 2\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 5\,cm \\ A_y = 3\sin 0 + 3\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) + 2\sin 0 + A2\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = -5\,cm \end{cases}$

Biên độ tổng hợp: $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{5^2 + (-5)^2} = 5\sqrt{2}\,cm$

Lại có: $\tan\varphi = \dfrac{A_y}{A_x} = -1 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \varphi = -\dfrac{\pi}{4}\text{rad} \\ \varphi = \dfrac{3\pi}{4}\text{rad} \end{array}\right.$

Loại giá trị $\varphi = \dfrac{3\pi}{4}$rad vì $-\dfrac{\pi}{2} \le \varphi \le 0$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là: $x = 5\sqrt{2}\cos(\pi t - \pi/4)$ cm

Lưu ý:

Bài này có 4 dao động thành phần. Nếu các bạn dùng giản đồ vecto sẽ khó khăn để có đáp số vì hình vẽ hơi khó nhìn. Cách giải ở trên là khá hay và nói lên được bản chất cốt lõi của bài toán. Tuy nhiên hình thức thi trắc nghiệm nên cách nào ít tốn thời gian hơn các bạn cũng nên tham khảo và vận dụng cho tốt. Sau đây với chiếc máy tính Casio fx 570 es các bạn chỉ có 30 giây để có đáp số.

Trước tiên viết lại các phương trình dao động x_2 và x_4 cho cùng một hàm cos: $x_2 = 3\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$ $x_4 = 2\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$

Cách 2: Đối với bài toán cho rõ ràng biên độ thành phần và pha ban đầu thành phần thì phương pháp bấm máy tính là hiệu quả nhất.

Dùng máy tính:Với máy FX570ES: Bấm $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{2}$ màn hình xuất hiện chữ: **CMPLX**

Chọn chế độ máy tính theo **radian(R):** $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{4}$

Tìm dao động tổng hợp:

Nhập máy: $\boxed{3}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\angle\ \boxed{0} + \boxed{3}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\angle\ \boxed{(-\pi/2}\ + \boxed{2}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\angle\ \boxed{0} + \boxed{2}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\angle\boxed{(-\pi/2)}\ \boxed{=}$ Hiển thị: $5\sqrt{2}\angle -\pi/4$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là: $x = 5\sqrt{2}\cos(\pi t - \pi/4)$ cm

Chú ý: *Ở trên là cách trình bày thao tác khi bấm máy, còn máy tính sẽ hiện thị những nội dung sau:*

$$3\angle 0 + 3\angle(-\pi/2) + 2\angle 0 + 2\angle(-\pi/2) = 5\sqrt{2}\angle -\pi/4$$

Chọn A.

Ví dụ 3: Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương: $x_1 = 4\sqrt{3}\cos 10\pi t\ (\text{cm})$ và $x_2 = 4\cos\left(10\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$, t đo bằng giây.

Tính vận tốc của vật tại thời điểm $t = 2$s.

A. $v = 20\sqrt{2}\ \pi$ (cm/s)

B. $v = 40\sqrt{2}\ \pi$ (cm/s)

C. $v = 40\ \pi$ (cm/s)

D. $v = 20\ \pi$ (cm/s)

Hướng dẫn giải:

$$\begin{cases} A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos(\varphi_1-\varphi_2)}=\sqrt{\left(4\sqrt{3}\right)^2+4^2+2.4\sqrt{3}.4.\cos\dfrac{\pi}{2}}=8\text{cm} \\ \tan\varphi=\dfrac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}=\dfrac{4\sqrt{3}\sin 0+4\sin\left(-\dfrac{\pi}{2}\right)}{4\sqrt{3}\cos 0+4\cos\left(-\dfrac{\pi}{2}\right)}=-\dfrac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow\varphi=-\dfrac{\pi}{6}\text{rad} \end{cases}$$

Phương trình dao động tổng hợp là: $x=8\cos\left(10\pi t-\dfrac{\pi}{6}\right)$ (cm, s)

Phương trình vận tốc: $v=-80\pi\sin\left(10\pi t-\dfrac{\pi}{6}\right)$ (cm/s)

Thay số: $v=-80\pi\sin\left(10\pi.2-\dfrac{\pi}{6}\right)=40\pi$ (cm/s). *Chọn C*

Ví dụ 4: Vật thực hiện đồng thời hai dao động cùng phương:

$$x_1=A_1\cos\left(20t+\frac{\pi}{6}\right)(\text{cm}) \text{ và } x_2=3\cos\left(20t+\frac{5\pi}{6}\right)(\text{cm}).$$

Biết vận tốc dao động cực đại của vật là 140cm/s. Tính A_1?

A. $A_1 = 10$cm B. $A_1 = 9$cm C. $A_1 = 8$cm D. $A_1 = 7$cm

Hướng dẫn giải:

Cách 1:

Ta có: $$\begin{cases} A_x=A_1\cos\dfrac{\pi}{6}+3\cos\dfrac{5\pi}{6}=A_1\dfrac{\sqrt{3}}{2}+3\left(-\dfrac{\sqrt{3}}{2}\right)=\dfrac{\sqrt{3}}{2}(A_1-3) \\ A_y=A_1\sin\dfrac{\pi}{6}+3\sin\dfrac{5\pi}{6}=A_1.\dfrac{1}{2}+3.\dfrac{1}{2}=\dfrac{1}{2}(A_1+3) \end{cases}$$

Ta có biên độ tổng hợp:

$$A=\sqrt{A_x^2+A_y^2}=\sqrt{\frac{3}{4}(A_1-3)^2+\frac{1}{4}(A_1+3)^2}=\sqrt{A_1^2-3A_1+9}$$

Theo bài ra thì $v_{max}=140\text{cm/s}$ nên: $v_{max}=\omega A=20.\sqrt{A_1^2-3A_1+9}=140$

Giải phương trình trên ta được: $A_1=8\text{cm}$

Cách 2: Tính A bằng cách sử dụng công thức của giản đồ Frex-nen:

$$A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos(\varphi_1-\varphi_2)},$$

thay $A_2=3\text{cm}$, $\varphi_1=\dfrac{\pi}{6}$ và $\varphi_2=\dfrac{5\pi}{6}$ ta cũng tính được $A=\sqrt{A_1^2-3A_1+9}$.

Từ đó thực hiện các bước như đã thực hiện ở phía trên, ta tính được $A_1=8\text{cm}$. *Chọn C.*

Ví dụ 5: Cho hai phương trình dao động điều hòa cùng phương cùng tần số có phương trình $x_1 = A_1\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$cm và $x_2 = A_2\cos(4\pi t - \pi)$cm

Phương trình dao động tổng hợp $x = 9\cos(4\pi t - \varphi)$cm. Biết biên độ A_2 có giá trị cực đại. Giá trị của A_1 và phương trình dao động tổng hợp là:

A. $x = 9\sqrt{2}\cos(4\pi t - \pi/4)$ cm B. $x = 9\sqrt{2}\cos(4\pi t + 3\pi/4)$ cm

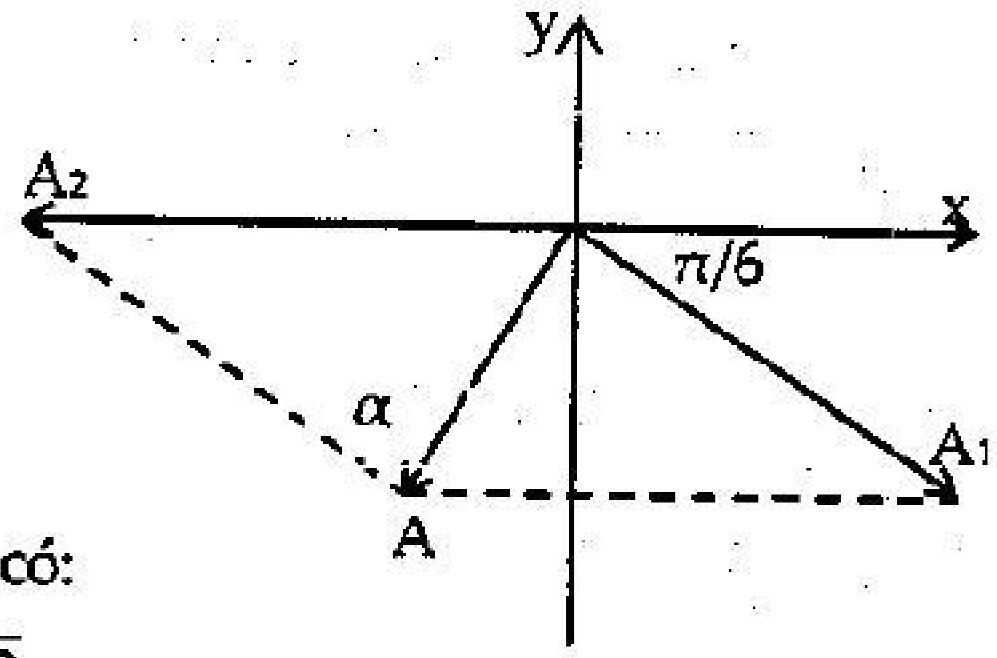
C. $x = 9\cos(4\pi t - 2\pi/3)$ cm D. $x = 9\cos(4\pi t + \pi/3)$ cm

Hướng dẫn giải

Vẽ giản đồ vectơ

Dựa vào giản đồ vectơ. Áp dụng định lý hàm số sin

$$\frac{A_2}{\sin\alpha} = \frac{A}{\sin\frac{\pi}{6}} \Rightarrow A_2 = \frac{A\sin\alpha}{\sin\frac{\pi}{6}} \quad (1)$$



Từ (1) $\Rightarrow A_{2max}$ khi $\alpha = 90^0$:

$$A_2 = \frac{A}{\frac{1}{2}} = 2A = 18\text{cm}$$

Tam giác OAA_2 vuông tại A, nên ta có:

$$A_1^2 + 9^2 = A_2^2 \Rightarrow A_1 = \sqrt{A_2^2 - 9^2} = 9\sqrt{3}\text{cm}$$

Xác định pha ban đầu tổng hợp

Dựa vào giản đồ vec tơ: $\varphi = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{3}$

Vậy phương trình dao động tổng hợp là: $x = 9\cos\left(4\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm. *Chọn C.*

Ví dụ 6: Một vật có khối lượng 100g thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình: $x_1 = 3\sin 20t$(cm) và $x_2 = 2\cos\left(20t - \frac{5\pi}{6}\right)$(cm).

Tính năng lượng dao động của vật?

A. W = 0,038J B. W = 0,38J C. W = 3,8J D. W = 38J

Hướng dẫn giải

Ta viết lại phương trình dao động của x_1: $x_1 = 3\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$(cm)

Ta tính được biên độ dao động của vật:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)} = \sqrt{3^2 + 2^2 + 2.3.2.\cos\left(\frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{2}\right)} = \sqrt{19}\text{cm}$$

Năng lượng dao động của vật:

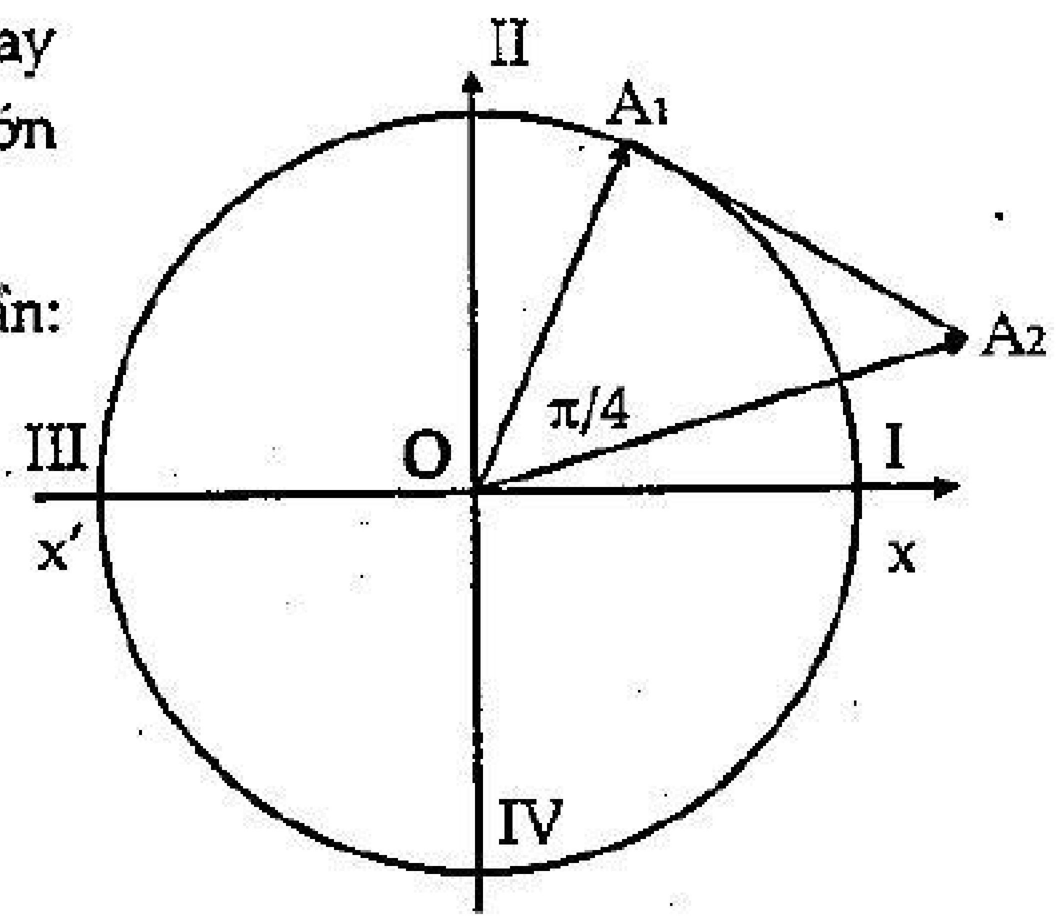
$$W = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}.0,1.20^2.\left(\frac{\sqrt{19}}{100}\right)^2 = 0,038\text{J}.$$ *Chọn A.*

Ví dụ 7: Hai chất điểm dao động điều hoà trên cùng một trục tọa độ 0x, coi trong quá trình dao động hai chất điểm không va chạm vào nhau. Biết phương trình dao động của hai chất điểm lần lượt là: $x_1 = 4\cos(4t + \frac{\pi}{3})$ cm và $x_2 = 4\sqrt{2}\cos(4t + \frac{\pi}{12})$ cm. Trong quá trình dao động khoảng cách lớn nhất giữa hai vật là:

A. $(4\sqrt{2} - 4)$cm B. 4cm C. $4\sqrt{2}$ cm D. $(4 + 4\sqrt{2})$cm

Hướng dẫn giải

Cách 1: (Xem hình vẽ 2 véctơ biểu diễn 2 dao động thành phần)



Hình

Vì 2 dao động thành phần cùng tần số góc nên trong quá trình các véc tơ quay tròn đều thì tam giác OA_1A_2 có độ lớn không đổi.

Độ lệch pha giữa 2 dao động thành phần:

$$\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{12} = \frac{\pi}{4}$$

Cạnh $OA_1 = 4$cm ,$OA_2 = 4\sqrt{2}$ cm,

và góc $\widehat{A_1OA_2} = \frac{\pi}{4}$

Dễ thấy góc $\widehat{A_1OA_2} = \frac{\pi}{2}$

và tam giác OA_1A_2 vuông cân tại A_1.

Suy ra đoạn $OA_1 = A_1A_2 = 4$cm (không đổi trong quá trình dao động)

A_1A_2 là khoảng cách giữa 2 vật .

Khi đoạn A_1A_2 song song với x'Ox thì lúc đó khoảng cách giữa hai vật chiếu xuống trục x'Ox là lớn nhất và bằng 4cm .**Chọn B.**

Cách 2: Gọi hai chất điểm là M_1(toạ độ x_1) và M_2 (toạ độ x_2).

Độ dài đại số đoạn M_2M_1 là $x = x_1 - x_2 = 4\cos(4t + 5\pi/6)$ (cm) .

(dùng máy tính Casio Fx 570 ES để tìm phương trình dao động x)

Suy ra khoảng cách lớn nhất giữa M_1 và M_2 là $x_{max} = 4$cm (bằng biên độ của x).

Ví dụ 8: Dao động của một chất điểm là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, có phương trình li độ lần lượt là $x_1 = 3\cos(\frac{2\pi}{3}t - \frac{\pi}{2})$ và $x_2 = 3\sqrt{3}\cos\frac{2\pi}{3}t$ (x_1 và x_2 tính bằng cm, t tính bằng s).

Tại các thời điểm $x_1 = x_2$, li độ của dao động tổng hợp là:

A. $x = \pm 6$ cm B. $x = 6$ cm C. $x = \pm 5$ cm D. $x = 5$ cm

Hướng dẫn giải

Sử dụng máy tính FX 570 ES để có phương trình dao động tổng hợp

Nhập vào máy: $3\angle(-\pi/2) + 3\sqrt{3}\angle 0 = 6\angle -\pi/6$

Phương trình dao động tổng hợp: $x = 6\cos(\frac{2\pi}{3}t - \frac{\pi}{6})$ (cm)

Viết lại phương trình của thành phần thứ nhất:

$x_1 = 3\cos(\frac{2\pi}{3}t - \frac{\pi}{2}) = 3\sin(\frac{2\pi}{3}t)$; $x_1 = x_2 \Leftarrow 3\sin(\frac{2\pi}{3}t) = 3\sqrt{3}\cos\frac{2\pi}{3}t$

$\Leftrightarrow \tan\frac{2\pi}{3}t = \sqrt{3} = \tan\frac{\pi}{3} \Rightarrow \frac{2\pi}{3}t = \frac{\pi}{3} + k\pi \Rightarrow t = \frac{1}{2} + \frac{3k}{2}$

Li độ của dao động tổng khi $x_1 = x_2$ là:

$$x = 6\cos\left(\frac{2\pi}{3}t - \frac{\pi}{6}\right) = 6\cos\left[\frac{2\pi}{3}\left(\frac{1}{2} + \frac{3k}{2}\right) - \frac{\pi}{6}\right]$$

$= 6\cos(k\pi + \frac{\pi}{6}) = \pm 6$ cm. *Chọn A*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình: $x_1 = \sqrt{3}\,3\cos(\omega t - \pi/2)$ cm, $x_2 = \cos(\omega t)$ cm. Phương trình dao động tổng hợp:

A. $x = 2\sqrt{2}\cos(4\pi t - \pi/4)$ cm B. $x = 2\sqrt{2}\cos(4\pi t + 3\pi/4)$ cm

C. $x = 2\cos(4\pi t - \pi/3)$ cm D. $x = 2\cos(4\pi t + \pi/3)$ cm

Hướng dẫn giải

Cách 1:

$$\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} = 2\text{cm} \\ \tan\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \dfrac{\sqrt{3}\sin\frac{-\pi}{2} + 1.\sin 0}{\sqrt{3}\cos\frac{-\pi}{2} + 1.\cos 0} = -\sqrt{3} \\ \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \varphi = \dfrac{2\pi}{3} \\ \varphi = \dfrac{-\pi}{3} \end{array}\right. \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{3} \end{cases}$$

Đáp án $x = 2\cos(\omega t - \pi/3)$ cm chọn C

Cách 2: **Dùng máy tính: Với máy FX570ES:** Bấm $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{2}$ màn hình xuất hiện chữ: **CMPLX**

Chọn chế độ máy tính theo **radian(R):** $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{\textit{MODE}}$ $\boxed{4}$

Tìm dao động tổng hợp:

Nhập máy: $\boxed{\sqrt{3}}$ $\boxed{\blacktriangleright}$ $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{(-)}\angle$ $\boxed{(-\pi/2)}$ + $\boxed{1}$ $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{(-)}$ $\angle$ $\boxed{0}$ $\boxed{=}$

Hiển thị: $2\angle -\pi/3$

Đáp án $x = 2\cos(\omega t - \pi/3)$ cm

Câu 2: Dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương có biểu thức $x = 5\sqrt{3}\cos(6\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm).

Dao động thứ nhất có biểu thức là $x_1 = 5\cos(6\pi t + \frac{\pi}{3})$ (cm).

Tìm biểu thức của dao động thứ hai.

A. $x_2 = 5\sqrt{2}\cos(6\pi t - \pi/4)$ cm
B. $x_2 = 5\sqrt{2}\cos(6\pi t + 3\pi/4)$ cm
C. $x_2 = 5\cos(6\pi t - \pi/3)$ cm
D. $x_2 = 5\cos(6\pi t + 2\pi/3)$ cm

Hướng dẫn giải

Cách 1: Ta có: $A_2 = \sqrt{A^2 + A_1^2 - 2AA_1\cos(\varphi - \varphi_1)} = 5\text{cm}$;

$$\tan\varphi_2 = \frac{A\sin\varphi - A_1\sin\varphi_1}{A\cos\varphi - A_1\cos\varphi_1} = \tan\frac{2\pi}{3}$$

Vậy: $x_2 = 5\cos(6\pi t + \frac{2\pi}{3})$(cm). ***Chọn D***

Cách 2: **Với máy FX570ES :** Bấm $\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{2}$ màn hình xuất hiện chữ: CMPLX

Chọn đơn vị đo góc là rad (R) $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{4}$. Tìm dao động thành phần thứ 2: $x_2 = x - x_1$

Nhập: $\boxed{5\sqrt{3}\blacktriangleright}\,\boxed{\text{SHIFT}(-)}\angle\boxed{(\pi/2)}\,\boxed{-}\,\boxed{5}\,\boxed{\text{SHIFT}(-)}\angle\boxed{(\pi/3}\boxed{=}$

Hiển thị: $5\angle\frac{2}{3}\pi$. Vậy: $x_2 = 5\cos(6\pi t + \frac{2\pi}{3})$(cm).

Câu 3: Một vật tham gia đồng thời ba dao động điều hòa cùng phương với các phương trình:

$x_1 = 5\cos 5\pi t$ (cm); $x_2 = 3\cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm) và $x_3 = 8\cos(5\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

Xác định phương trình dao động tổng hợp của vật.

A. $x = 5\sqrt{2}\cos(5\pi t - \pi/4)$ cm
B. $x = 5\sqrt{2}\cos(5\pi t + 3\pi/4)$ cm
C. $x = 5\cos(5\pi t - \pi/3)$ cm
D. $x = 5\cos(5\pi t + 2\pi/3)$ cm

Hướng dẫn giải

Cách 1: Ta có: $x_1 = 3\sin(5\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm) $= 3\cos 5\pi t$ (cm);

x_2 và x_3 ngược pha nên: $A_{23} = 8 - 3 = 5 \Rightarrow x_{23} = 5\cos(5\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

x_1 và x_{23} vuông pha. Vậy: $x = x_1 + x_2 + x_3 = 5\sqrt{2}\cos(5\pi t - \frac{\pi}{4})$ (cm). ***Chọn A***

Cách 2: **Với máy FX570ES:** Bấm $\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{2}$ màn hình xuất hiện chữ: CMPLX

Chọn đơn vị góc tính rad (R). $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{\text{MODE}}\ \boxed{4}$ Tìm dao động tổng hợp, nhập máy:

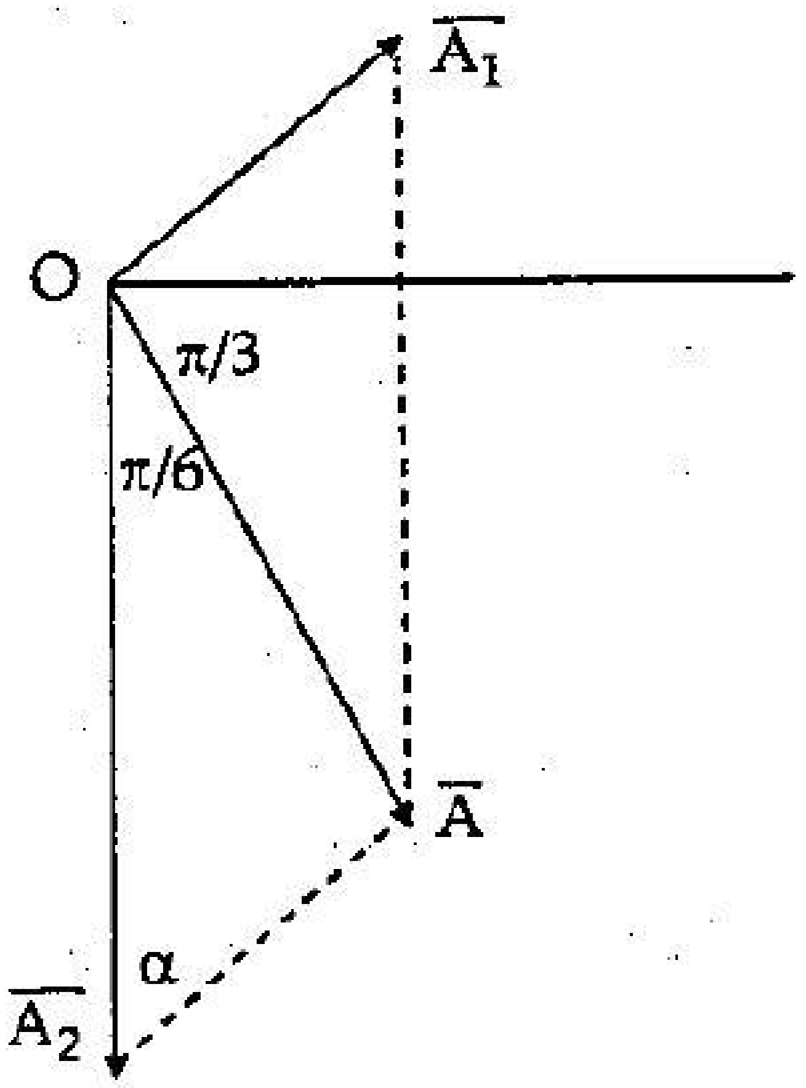
$$\boxed{5}\boxed{\text{SHIFT}(-)}\angle\boxed{0}\boxed{+}\boxed{3}\boxed{\text{SHIFT}(-)}\angle\boxed{(\pi/2)}\boxed{+}\boxed{8}\boxed{\text{SHIFT}(-)}\angle\boxed{(-\pi/2)}\ \boxed{=}$$

Hiển thị: $5\sqrt{2}\angle -\pi/4$. *Chọn A*

Câu 4: Một vật có khối lượng không đổi, thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa có phương trình dao động lần lượt là $x_1 = 10\cos(2\pi t + \alpha)$ cm và $x_2 = A_2\cos(2\pi t - \pi/2)$ cm thì dao động tổng hợp là $x = A\cos(2\pi t - \pi/3)$ cm. Khi năng lượng dao động của vật cực đại thì biên độ dao động A_2 có giá trị là:

A. $20/\sqrt{3}$ cm B. $10\sqrt{3}$ cm C. $10/\sqrt{3}$ cm D. 10 cm

Hướng dẫn giải



Vẽ giản đồ véc tơ như hình vẽ $\overline{A} = \overline{A_1} + \overline{A_2}$

Năng lượng dao động của vật tỉ lệ thuận với A^2

Theo định lí sin trong tam giác

$$\frac{A}{\sin\alpha} = \frac{A_1}{\sin\frac{\pi}{6}} \Rightarrow A = 2A_1\sin\alpha.$$

$A = A_{max}$ khi $\sin\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \pi/2$ (Hình vẽ)

Năng lượng cực đại khi biên độ:

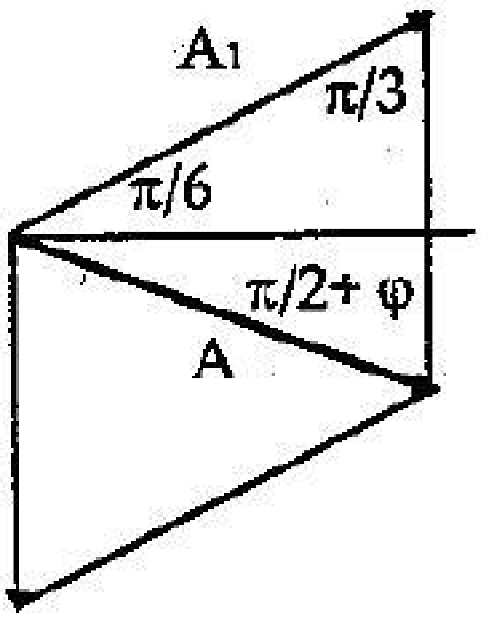
$A = 2A_1 = 20$ cm.

Suy ra $A_2 = \sqrt{A^2 - A_1^2} = 10\sqrt{3}$ (cm). *Chọn B*

Câu 5: Hai dao động cùng phương lần lượt có phương trình $x_1 = A_1\cos(\pi t + \frac{\pi}{6})$ (cm) và $x_2 = 6\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm). Dao động tổng hợp của hai dao động này có phương trình $x = A\cos(\pi t + \varphi)$ (cm). Thay đổi A_1 cho đến khi biên độ A đạt giá trị cực tiểu thì

A. $\varphi = -\frac{\pi}{6}$rad. B. $\varphi = \pi$rad. C. $\varphi = -\frac{\pi}{3}$rad. D. $\varphi = 0$rad.

Hướng dẫn giải



Vẽ giản đồ như hình vẽ.

Theo định lí hàm sin: $\dfrac{A}{\sin\frac{\pi}{3}} = \dfrac{A_2}{\sin\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right)}$

$\Rightarrow$ A đạt giá trị cực tiểu khi $\sin\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right) = 1$

Do đó $\varphi = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow$ *Đáp án C.*

Chương II: SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

Chuyên đề 1

SÓNG CƠ VÀ SỰ TRUYỀN SÓNG CƠ

1. *Sóng cơ - Định nghĩa- phân loại*

+ Sóng cơ là những dao động lan truyền trong môi trường.
+ Khi sóng cơ truyền đi chỉ có pha dao động của các phần tử vật chất lan truyền còn các phần tử vật chất thì dao động xung quanh vị trí cân bằng cố định.
+ **Sóng ngang** là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng. Ví dụ: sóng trên mặt nước, sóng trên sợi dây cao su.
+ **Sóng dọc** là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng.
  Ví dụ: sóng âm, sóng trên một lò xo.

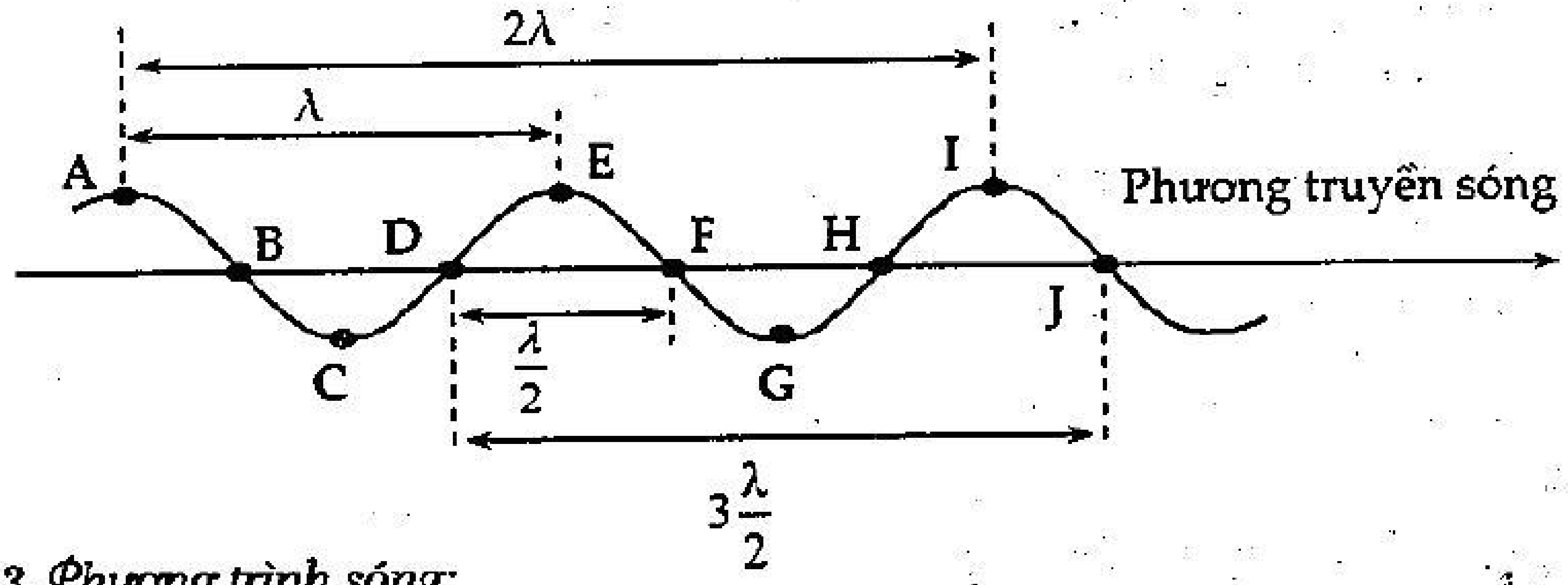
2. *Các đặc trưng của một sóng hình sin*

+ **Biên độ của sóng A**: là biên độ dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.
+ **Chu kỳ sóng T**: là chu kỳ dao động của một phần tử của môi trường sóng truyền qua.
+ **Tần số f**: là đại lượng nghịch đảo của chu kỳ sóng : $f = \frac{1}{T}$
+ **Tốc độ truyền sóng v** : là tốc độ lan truyền dao động trong môi trường .
+ **Bước sóng λ**: là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kỳ.

$$\boxed{\lambda = vT = \frac{v}{f}}$$

+ Bước sóng λ cũng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng dao động cùng pha.
+ Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng mà dao động ngược pha là $\frac{\lambda}{2}$.
+ Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng mà dao động vuông pha là $\frac{\lambda}{4}$.

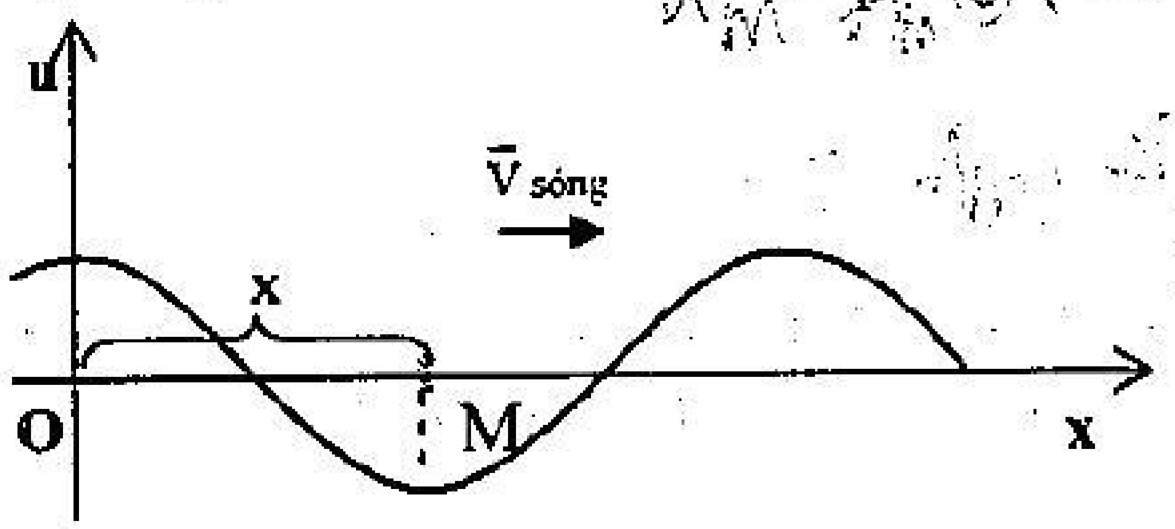
+ Khoảng cách giữa hai điểm bất kì trên phương truyền sóng mà dao động cùng pha là: $k\lambda$.
+ Khoảng cách giữa hai điểm bất kì trên phương truyền sóng mà dao động ngược pha là: $(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$.
+ Lưu ý: Giữa n đỉnh (ngọn) sóng có (n − 1) bước sóng.



3. Phương trình sóng:

a. Tại nguồn O: $u_0 = A_0\cos(\omega t)$

$u_M = A_M\cos($[illegible]



b. Tại M trên phương truyền sóng: $u_M = A_M\cos\omega(t - \Delta t)$

Nếu bỏ qua mất mát năng lượng trong quá trình truyền sóng thì biên độ sóng tại O và tại M bằng nhau: $A_o = A_M = A$.

Thì: $u_M = A\cos\omega(t - \dfrac{x}{v}) = A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{x}{\lambda}\right)$; với $t \ge \dfrac{x}{v}$

c. ***Tổng quát:*** Tại điểm O: $u_O = A\cos(\omega t + \varphi)$.

d. Tại điểm M cách O một đoạn x trên phương truyền sóng.

* Sóng truyền theo chiều dương của trục Ox thì:

$$u_M = A_M\cos(\omega t + \varphi - \omega\frac{x}{v}) = A_M\cos(\omega t + \varphi - 2\pi\frac{x}{\lambda}),\ t \ge \frac{x}{v}$$

* Sóng truyền theo chiều âm của trục Ox thì:

$$u_M = A_M\cos(\omega t + \varphi + \omega\frac{x}{v}) = A_M\cos(\omega t + \varphi + 2\pi\frac{x}{\lambda})$$

- Tại một điểm M xác định trong môi trường sóng: x = const; u_M là hàm điều hòa theo t với chu kỳ T.

- Tại một thời điểm xác định t = const; u_M là hàm biến thiên điều hòa theo không gian x với chu kỳ λ.

e. *Độ lệch pha giữa hai điểm cách nguồn một khoảng* x_M, x_N:

$$\Delta\varphi_{MN} = \omega\frac{x_N - x_M}{v} = 2\pi\frac{x_N - x_M}{\lambda}$$

- Vậy 2 điểm M và N trên phương truyền sóng sẽ:
  + dao động **cùng pha** khi: $d = k\lambda$
  + dao động **ngược pha** khi: $d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$
  + dao động **vuông pha** khi: $d = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$

  với k = 0, ±1, ±2 ...

Lưu ý: *Đơn vị của x, x_1, x_2, d, λ và v phải tương ứng với nhau.*

f. *Trong hiện tượng truyền sóng trên sợi dây,* dây được kích thích dao động bởi nam châm điện với tần số dòng điện là f thì tần số dao động của dây là 2f.

VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Trên mặt một chất lỏng có một sóng cơ, người ta quan sát được khoảng cách giữa 15 đỉnh sóng liên tiếp là 3,5 m và thời gian sóng truyền được khoảng cách đó là 7s. Xác định bước sóng, chu kì và tần số của sóng đó.

A. λ = 0,5 m; T = 0,5 s; f = 2 Hz.
B. λ = 0,5 m; T = 0,25 s; f = 2 Hz.
C. λ = 0,25 m; T = 0,25 s; f = 2 Hz.
D. λ = 0,25 m; T = 0,5 s; f = 2 Hz.

Phân tích: Bài toán mở đầu mang tính chất làm quen, chỉ cần vận dụng công thức tính bước sóng, tần số, chu kỳ là có đáp số.

Hướng dẫn giải

Khoảng cách giữa 15 đỉnh sóng là 14λ ⇒ $\lambda = \frac{3,5}{14} = 0,25$ m;

Vận tốc truyền sóng là: $v = \frac{3,5}{7} = 0,5$ m/s;

Chu kỳ dao động của các phần tử sóng: $T = \frac{\lambda}{v} = 0,5$ s.

Tần số dao động của các phần tử sóng: f = 2 Hz. *Chọn D*

Ví dụ 2: Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120 Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5 m. Tính tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng.

A. 13 (m/s).
B. 5π (m/s).
C. 40 (cm/s).
D. 15(m/s)

Hướng dẫn giải:

Khoảng cách giữa 5 gợn lồi liên tiếp là $4\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{0,5}{4} = 0,125$ m.

Vận tốc truyền sóng trên dây là: $v = \lambda f = 15$ m/s. *Chọn D*

Ví dụ 3: Một sóng âm truyền trong thép với tốc độ 5000 m/s. Biết độ lệch pha của sóng âm đó ở hai điểm gần nhau nhất cách nhau 2 m trên cùng một phương truyền sóng là $\frac{\pi}{2}$. Tính bước sóng và tần số của sóng âm đó.

A. $\lambda = 8$ m; f = 625 Hz.
B. $\lambda = 8$ m; f = 256 Hz.
C. $\lambda = 10$m; f = 265 Hz.
D. $\lambda = 25$ m; f = 526 Hz.

Hướng dẫn giải

Độ lệch pha của hai điểm gần nhau nhất lệch pha nhau là $\frac{\pi}{2}$:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \lambda = 4d = 8 \text{ m}.$$

Vậy tần số của sóng âm đó là: $f = \frac{v}{\lambda} = 625$ Hz. *Chọn A*

Ví dụ 4: Một sợi dây đàn hồi, mảnh, rất dài, có đầu O dao động với tần số f thay đổi trong khoảng từ 40 Hz đến 53 Hz, theo phương vuông góc với sợi dây. Sóng tạo thành lan truyền trên dây với vận tốc v = 5 m/s.

Tính tần số f để điểm M cách O một khoảng 20 cm luôn luôn dao động cùng pha với dao động tại O.

A. f = 55 Hz.
B. f = 50 Hz.
C. f = 58 Hz.
D. f = 60 Hz.

Hướng dẫn giải

Độ lệch pha giữa hai điểm O và M

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi.OM}{\lambda} = \frac{2\pi f.OM}{v} = 2k\pi \Rightarrow k = \frac{f.OM}{v}$$

$$\Rightarrow k_{max} = \frac{f_{max}OM}{v} = 2,1; \quad k_{min} = \frac{f_{min}OM}{v} = 1,6.$$

$\Rightarrow 1,6 < k < 2,1$. Vì $k \in \mathbb{Z}$ nên $k = 2 \Rightarrow f = \frac{kv}{OM} = 50$ Hz. *Chọn B*

Ví dụ 5: Một mũi nhọn S được gắn vào đầu một lá thép nằm ngang và chạm nhẹ vào mặt nước. Khi lá thép dao động với tần số f = 120 Hz, tạo ra trên mặt nước một sóng có biên độ 0,6 cm. Biết khoảng cách giữa 9 gợn lồi liên tiếp là 4 cm. Viết phương trình sóng của phần tử tại điểm M trên mặt nước cách S một khoảng 12 cm. Chọn gốc thời gian lúc mũi nhọn chạm vào mặt thoáng và đi xuống, chiều dương hướng lên.

A. $u_M = 0{,}6\cos(240\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm). B. $u_M = 0{,}6\cos(200\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm).

C. $u_M = 0{,}6\cos(240\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm). D. $u_M = 0{,}6\cos(200\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

Hướng dẫn giải

Khoảng cách giữa 9 gợn lồi liên tiếp nên suy ra có 8 bước sóng.

Ta có: $8\lambda = 4$ cm $\Rightarrow \lambda = \frac{4\text{cm}}{8} = 0{,}5$ cm.

Giả sử phương trình sóng tại nguồn S là: $u = A\cos(\omega t + \varphi)$.
Ta có $\omega = 2\pi f = 240$ rad/s.

Khi t = 0 thì $x = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0 = \cos(\pm\frac{\pi}{2})$; vì $v < 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$.

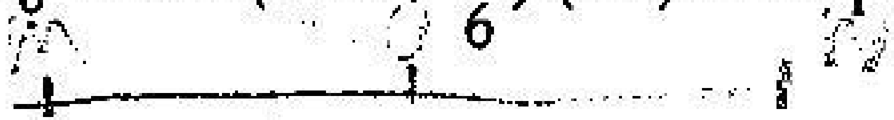
Vậy tại nguồn S ta có phương trình: $u = 0{,}6\cos(240\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm).

Phương trình sóng tại M cách nguồn S một khoảng 12cm là:

$$u_M = 0{,}6\cos(240\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi.SM}{\lambda}) = 0{,}6\cos(240\pi t + \frac{\pi}{2} - 48\pi)$$

$$= 0{,}6\cos(240\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ (cm)}.$$ *Chọn C*

Ví dụ 6: Một sóng ngang truyền từ M đến O rồi đến N trên cùng một phương truyền sóng với vận tốc v = 18 m/s. Biết MN = 3 m và MO = ON. Phương trình sóng tại O là $u_0 = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6})$ (cm). Viết phương trình sóng tại M và tại N.



A. $u_M = 5\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})$ (cm); $u_N = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

B. $u_M = 6\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})$ (cm); $u_N = 6\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm).

C. $u_M = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6})$ (cm) ; $u_N = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

D. $u_M = 6\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6})$ (cm) ; $u_N = 6\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm).

Hướng dẫn giải

Ta có: $\lambda = vT = \frac{v.2\pi}{\omega} = 9$ m.

M ở trước O theo chiều truyền sóng nên M sớm pha hơn O.
Phương trình sóng tại M là:

$$u_M = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} + \frac{2\pi.MO}{\lambda}) = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3}) = 5\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6}) \text{ (cm)}.$$

N ở sau O theo chiều truyền sóng nên N trễ pha hơn O.

Phương trình sóng tại N là:

$$u_N = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi.MO}{\lambda}) = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{3}) = 5\cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})\ (cm).$$

Chọn A.

Ví dụ 7: Một dao động lan truyền trong môi trường liên tục từ điểm M đến điểm N cách M một đoạn $\frac{7\lambda}{3}$ (cm). Sóng truyền với biên độ A không đổi. Biết phương trình sóng tại M có dạng $u_M = 3\cos 2\pi t$ (u_M tính bằng cm, t tính bằng giây). Vào thời điểm t_1 tốc độ dao động của phần tử M là 6π(cm/s) thì tốc độ dao động của phần tử N là

A. 3π (cm/s). B. $0{,}5\pi$ (cm/s). C. 4π(cm/s). D. 6π(cm/s).

Hướng dẫn giải

Phương trình sóng tai N cách M một đoạn $\frac{7\lambda}{3}$ (cm) là:

$$u_N = 3\cos(2\pi t - \frac{2\pi}{\lambda}\frac{7\lambda}{3}) = 3\cos(2\pi t - \frac{14\pi}{3}) = 3\cos(2\pi t - \frac{2\pi}{3})$$

Vận tốc dao động của phần tử M, N là:

$$v_M = u'_M = -6\pi\sin(2\pi t)\ \ (cm/s)$$

$$v_N = u'_N = -6\pi\sin(2\pi t - \frac{2\pi}{3})$$

$$= -6\pi(\sin 2\pi t.\cos\frac{2\pi}{3} - \cos 2\pi t\sin\frac{2\pi}{3}) = 3\pi\sin 2\pi t + 3\pi\sqrt{3}\cos 2\pi t\ (cm/s)$$

Khi tốc độ của M: $|v_M| = 6\pi(cm/s) \Rightarrow |\sin(2\pi t)| = 1 \Rightarrow \cos 2\pi t = 0$

Khi đó tốc độ của N: $|v_N| = 3\pi|\sin(2\pi t)| = 3\pi$ (cm/s). ***Chọn đáp án A***

Ví dụ 8: Một sóng ngang có biểu thức truyền sóng trên phương x là: $u = 3\cos(100\pi t - x)cm$, trong đó x tính bằng centimét (cm), t tính bằng giây (s). Tỉ số giữa tốc độ truyền sóng và tốc độ cực đại của phần tử vật chất môi trường là:

A. $(3\pi)^{-1}$. B. $0{,}5\pi$. C. 3^{-1}. D. 2π.

Hướng dẫn giải

Biểu thức tổng quát của sóng: $u = a\cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda})$.

Biểu thức sóng mà đề cho: $u = 3\cos(100\pi t - x)$.

Đồng nhất các đại lượng trong hai phương trình, ta có:

Tần số góc: $\omega = 100\pi$ rad/s $\Rightarrow$ $f = 50$ Hz

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = x \Rightarrow \lambda = 2\pi\ \ (cm)$$

Vận tốc truyền sóng: $v = \lambda f = 2\pi.50 = 100\pi$ m/s

Vận tốc dao động của phần tử vật chất của môi trường:

$$u' = -300\pi\sin(100\pi t - x)\ \text{(cm/s)}$$

Tốc độ cực đại của phần tử vật chất của môi trường $u'_{max} = \omega a = 300\pi$ (cm/s)

Suy ra: $\dfrac{v}{u'_{max}} = \dfrac{100\pi}{300\pi} = \dfrac{1}{3} = 3^{-1}$ *Chọn đáp án C*

Ví dụ 9: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau λ/3. Tại thời điểm t, khi li độ dao động tại M là $u_M = +3$ cm thì li độ dao động tại N là $u_N = -3$ cm. Biên độ sóng bằng :

A. $A = \sqrt{6}$ cm. B. $A = 3$ cm. C. $A = 2\sqrt{3}$ cm. D. $A = 3\sqrt{3}$ cm.

Hướng dẫn giải

Độ lệch pha giữa hai điểm M, N. Với $MN = \dfrac{\lambda}{3}$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi MN}{\lambda} = \frac{2\pi}{3}$$

Ta sẽ giải bài toán theo hai cách:

Cách 1: (Dùng phương trình sóng)

Giả sử dao động tại M sớm pha hơn dao động tại N.

Ta có thể viết: $u_M = A\cos(\omega t) = +3$ cm (1)

$$u_N = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) = -3\ \text{cm} \qquad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow A\left[\cos(\omega t) + \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)\right] = 0.$$

Áp dụng: $\cos a + \cos b = 2\cos\dfrac{a+b}{2}\cos\dfrac{a-b}{2}$

$$\Rightarrow 2A\cos\frac{\pi}{3}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right) = 0 \Rightarrow \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right) = 0$$

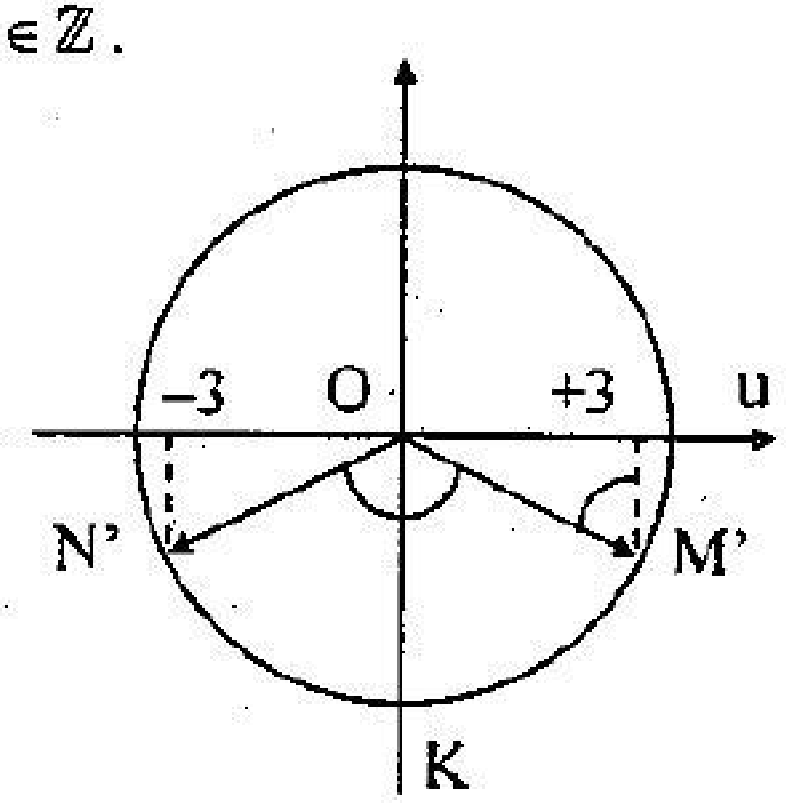
$$\Rightarrow \omega t - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} + k\pi,\ k \in \mathbb{Z} \Rightarrow \omega t = \frac{5\pi}{6} + k\pi,\ k \in \mathbb{Z}.$$

Thay vào (1), ta có: $A\cos\left(\dfrac{5\pi}{6} + k\pi\right) = 3.$

Do $A > 0$ nên $A\cos\left(\dfrac{5\pi}{6} - \pi\right)$

$$= A\cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{A\sqrt{3}}{2} = 3\ \text{(cm)} \Rightarrow A = 2\sqrt{3}\ \text{cm}.$$

Chọn C



Cách 2: (Dùng liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều)

$\overline{ON'}$ (ứng với u_N) luôn đi sau véctơ $\overline{OM'}$ (ứng với u_M) và chúng hợp với nhau một góc $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}$ (ứng với MN = $\frac{\lambda}{3}$, dao động tại M và N lệch pha nhau một góc $\frac{2\pi}{3}$)

Do vào thời điểm t đang xét, $u_M = +3$ cm, $u_N = -3$ cm (Hình), nên ta có:

$$\widehat{N'OK} = \widehat{KOM'} = \frac{\Delta\varphi}{2} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow A\sin\frac{\pi}{3} = 3\ (\text{cm}) \Rightarrow A = 2\sqrt{3}\ \text{cm}.$$

Ví dụ 10: Một nguồn sóng cơ học dao động điều hoà theo phương trình $x = a.\cos(10\pi t + \pi/2)$. Khoảng cách gần nhất trên phương truyền sóng giữa hai điểm mà tại đó các phân tử trong môi trường lệch pha nhau một góc $\pi/2$ là 5 m. Vận tốc truyền sóng có giá trị:

A. 100 (m/s). B. 95 (m/s). C. 150 (m/s). D. 200 (m/s).

Hướng dẫn giải

Ta có f = 5Hz.

Độ lệch pha giữa 2 điểm: $\Delta\varphi = \frac{2\pi.d}{\lambda} = \left(n + \frac{1}{2}\right)\pi$. (ngược pha)

và gần nhau nhất, nên: $n = 0$

$\Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi.d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \lambda = 4.d = 20\text{ m} \Rightarrow v = \lambda.f = 100$ m/s. *Chọn A*

Ví dụ 11: Tại điểm S trên mặt nước yên tĩnh có nguồn dao động điều hoà theo phương thẳng với tần số f. Khi đó, mặt nước hình thành hệ sóng đồng tâm. Tại 2 điểm M, N cách nhau 5 cm trên đường thẳng đi qua S luôn dao động ngược pha. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 80 cm/s và tần số dao động của nguồn có giá trị trong khoảng từ 46 đến 64 Hz. Tìm tần số dao động của nguồn?

A. f = 55 Hz. B. f = 50 Hz. C. f = 56 Hz. D. f = 60 Hz.

Hướng dẫn giải

Ta có 2 điểm M, N dao động ngược pha:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi.\Delta d}{\lambda} = (2k+1)\pi \Leftrightarrow 2\pi d = (2k+1)\pi\lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{2d}{2k+1}$$

Ta có: $v = \lambda.f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v.(2k+1)}{2.d} = \frac{80(2k+1)}{2.5} = 16k + 8.$

Từ giả thiết bài toán, ta có:

$$46 < 16k + 8 < 64 \Leftrightarrow 38 < 16k < 56 \Leftrightarrow 2{,}375 < k < 3{,}5.$$

Vì $k \in Z$ nên chọn $k = 3$.

Vậy tần số dao động của nguồn là : $f = 16.3 + 8 = 56$ Hz. *Chọn C.*

Ví dụ 12: Biểu thức sóng tại một điểm nằm trên dây cho bởi $u = 6.\sin\left(\frac{\pi}{3}t\right)$cm. Vào lúc t, u = 3 cm, vậy vào thời điểm sau đó 1,5 s thì u có li độ bằng bao nhiêu?

A. $u = 2\sqrt{3}$ cm. B. $u = 3\sqrt{3}$ cm. C. u = 3cm. D. u = 2 cm.

Hướng dẫn giải

Khi u = 3, ta có $6.\sin\left(\frac{\pi}{3}t\right) = 3 \Leftrightarrow \sin\left(\frac{\pi}{3}t\right) = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow$ Khi $t' = (t + \frac{3}{2})$ ta có : $u = 6.\sin\left(\frac{\pi}{3}\left(t + \frac{3}{2}\right)\right) = 6.\sin\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{2}\right)$

$\Leftrightarrow u = 6.\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)$.

Ta có $\left|\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)\right| = \sqrt{1 - \sin^2\left(\frac{\pi}{3}t\right)} = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

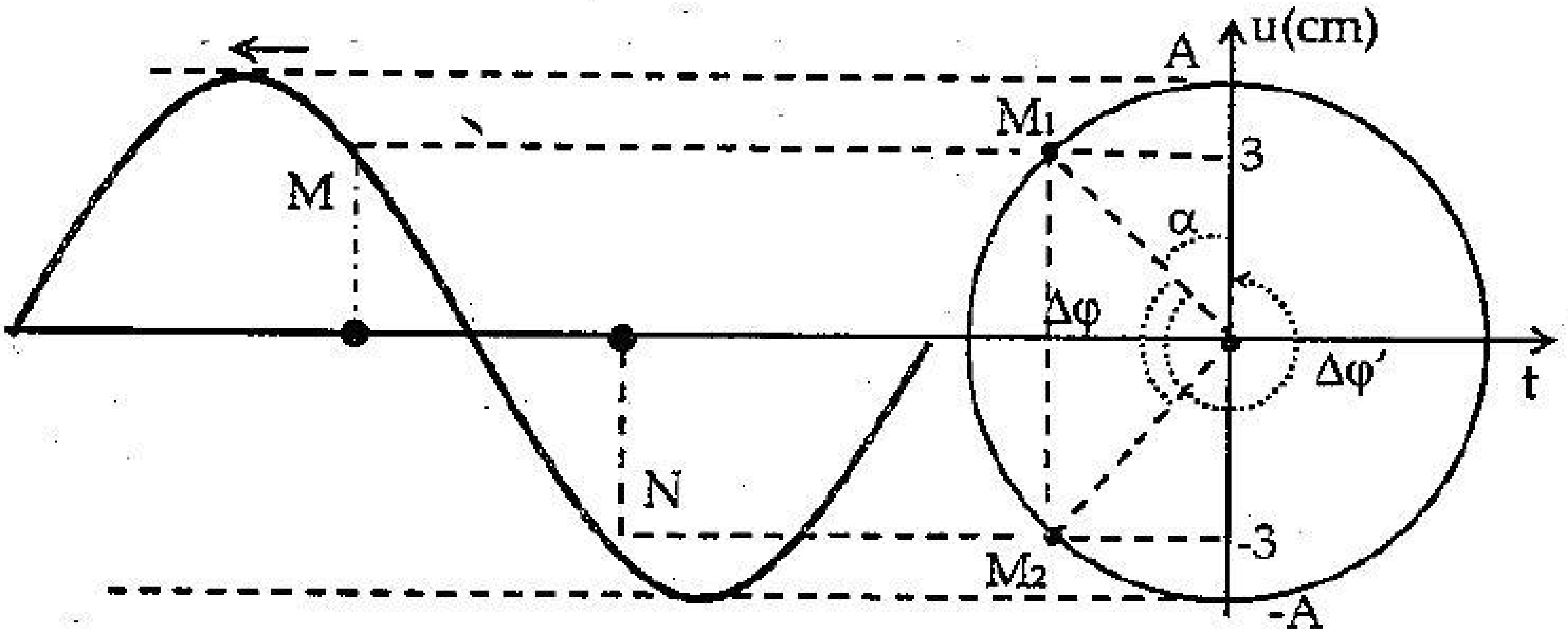
$\Rightarrow 6.\left|\cos\left(\frac{\pi}{3}t\right)\right| = 3\sqrt{3}$. Vậy $u = 3\sqrt{3}$ cm. *Chọn B.*

Ví dụ 13: Hai điểm M, N cùng nằm trên một phương truyền sóng cách nhau $x = \lambda/3$, sóng có biên độ A, chu kì T. Tại thời điểm $t_1 = 0$, có $u_M = +3$cm và $u_N = -3$cm. Ở thời điểm t_2 liền sau đó có $u_M = +A$, biết sóng truyền từ N đến M. Biên độ sóng A và thời điểm t_2 là

A. $2\sqrt{3}$cm và $\frac{11T}{12}$ B. $3\sqrt{2}$cm và $\frac{11T}{12}$

C. $2\sqrt{3}$cm và $\frac{22T}{12}$ D. $3\sqrt{2}$cm và $\frac{22T}{12}$

Hướng dẫn giải



Ta có độ lệch pha giữa M và N là: $\Delta\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}$,

Từ hình vẽ, ta có thể xác định biên độ sóng là: $A = \frac{u_M}{\cos\alpha} = 2\sqrt{3}$ (cm)

Ở thời điểm t_1, li độ của điểm M là: $u_M = +3$cm, đang giảm.

Đến thời điểm t_2 liền sau đó, li độ tại M là : $u_M = +A$.

Ta có $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\Delta\varphi'}{\omega}$ với $\Delta\varphi' = 2\pi - \alpha = \frac{11\pi}{6}; \omega = \frac{2\pi}{T}$

$\Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{11\pi}{6}.\frac{T}{2\pi} = \frac{11T}{12}$ Vậy: $t_2 = \Delta t - t_1 = \frac{11T}{12}$. *Chọn A*

Ví dụ 14: Hai điểm A, B cách nhau một đoạn d, cùng nằm trên một phương truyền sóng. Sóng truyền từ A đến B với tốc độ v, bước sóng λ (λ > d). Ở thời điểm t pha dao động tại A là φ_1, sau t một quãng thời gian ngắn nhất là bao nhiêu thì pha dao động tại B là φ_1?

A. $\frac{d}{2v}$. B. $\frac{\varphi d}{v}$. [✓ C.] $\frac{d}{v}$ D. $\frac{d}{\varphi v}$

Hướng dẫn giải

Giả sử sóng tại A có phương trình; $u_A = a\cos\omega t$.

Khi đó sóng tại B có phương trình $u_B = a\cos(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda})$

Khi $t = t_1$ thì pha dao động tại A là: $\varphi_1 = \omega t_1$.

Khi $t = t_2 = t_1 + \Delta t$.

Thì pha dao động tại B là: $\varphi_2 = \omega t_2 - \frac{2\pi d}{\lambda} = \omega t_1 + \omega\Delta t - \frac{2\pi d}{\lambda} = \varphi_1 = \omega t_1$

$\Rightarrow \omega\Delta t - \frac{2\pi d}{\lambda} = 0 \Rightarrow \Delta t = \frac{2\pi d}{\lambda\omega} = \frac{2\pi d}{\lambda\frac{2\pi}{T}} = \frac{d}{v}$. *Chọn C.*

Ví dụ 15: Một sóng ngang truyền trên sợi dây rất dài có phương trình sóng là: $u = 6\cos(4\pi t - 0{,}02\pi x)$. Trong đó u và x được tính bằng cm và t tính bằng giây. Hãy xác định vận tốc truyền sóng.

A. 10 (m/s). B. 9 (m/s). C. 1,5 (m/s). [✓ D.] 2 (m/s).

Hướng dẫn giải

Tần số: $f = \frac{\omega}{2\pi} = 2$ Hz.

Bước sóng được xác định từ công thức: $\frac{2\pi x}{\lambda} = 0{,}02\pi x \Rightarrow \lambda = 100$ cm = 1 m;

Vận tốc truyền sóng: $v = \lambda f = 100.2 = 200$ cm/s = 2 m/s. *Chọn D*

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một sóng cơ truyền trên một sợi dây đàn hồi rất dài. Phương trình sóng tại một điểm trên dây: $u = 4\cos(20\pi t - \frac{\pi x}{3})$(mm). Với x: đo bằng mét, t: đo bằng giây. Tốc độ truyền sóng trên sợi dây có giá trị.

A. 60mm/s B. 60 cm/s C. 60 m/s D. 30mm/s

Hướng dẫn giải

Ta có $\frac{\pi.x}{3} = \frac{2\pi.x}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 6m \Rightarrow v = \lambda.f = 60$ m/s (chú ý: x đo bằng mét)

Đáp án C

Câu 2: Một sóng cơ truyền dọc theo trục Ox có phương trình là $u = 5\cos(6\pi t - \pi x)$ (cm), với t đo bằng s, x đo bằng m. Tốc độ truyền sóng này là

A. 3 m/s. B. 60 m/s. C. 6 m/s. D. 30 m/s.

Hướng dẫn giải

Phương trình có dạng $u = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$.

Suy ra: $\omega = 6\pi(rad/s) \Rightarrow f = \frac{6\pi}{2\pi} = 3(Hz)$; $2\pi\frac{x}{\lambda} = \pi x \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} = \pi \Rightarrow \lambda = 2m$

$\Rightarrow v = \lambda.f = 2.3 = 6(m/s) \Rightarrow$ ***Đáp án C***

Câu 3: Một người ngồi ở bờ biển trông thấy có 10 ngọn sóng qua mặt trong 36 giây, khoảng cách giữa hai ngọn sóng là 10m. Tính tần số sóng biển và vận tốc truyền sóng biển.

A. 0,25Hz; 2,5m/s B. 4Hz; 25m/s C. 25Hz; 2,5m/s D. 4Hz; 25cm/s

Hướng dẫn giải

Xét tại một điểm có 10 ngọn sóng truyền qua ứng với 9 chu kì: $T = \frac{36}{9} = 4s$.

Xác định tần số dao động. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} = 0,25Hz$.

Vận tốc truyền sóng: $\lambda = vT \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{10}{4} = 2,5(m/s)$. ***Đáp án A***

Câu 4: Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5m. Tốc độ truyền sóng là

A. 30 m/s B. 15 m/s C. 12 m/s D. 25 m/s

Hướng dẫn giải

5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng có độ dài bằng 4 bước sóng:

$4\lambda = 0{,}5\text{ m} \Rightarrow \lambda = 0{,}125\text{m}$

Vận tốc truyền sóng: v = 15 m/s. ***Đáp án B.***

Câu 5: Tại điểm O trên mặt nước yên tĩnh, có một nguồn sóng dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với tần số f = 2Hz. Từ O có những gợn sóng tròn lan rộng ra xung quanh. Khoảng cách giữa 2 gợn sóng liên tiếp là 20cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là :

A.160(cm/s) B.20(cm/s) C.40(cm/s) D.80(cm/s)

Hướng dẫn giải

Khoảng cách giữa hai gợn sóng: $\lambda = 20\text{cm}$

Vận tốc truyền sóng: $v = \lambda.f = 40\text{cm/s}$. ***Đáp án C.***

Câu 6: Một người quan sát một chiếc phao trên mặt biển thấy phao nhấp nhô lên xuống tại chỗ 16 lần trong 30 giây và khoảng cách giữa 5 đỉnh sóng liên tiếp nhau bằng 24m. Vận tốc truyền sóng trên mặt biển là

A. v = 4,5m/s B. v = 12m/s. C. v = 3m/s D. v = 2,25 m/s

Hướng dẫn giải

Ta có 16 lần mà phao nhấp nhô lên xuống tại chỗ có khoảng thời gian là 15 chu kỳ: $15T = 30\ (s) \Rightarrow T = 2\ (s)$

Khoảng cách giữa 5 đỉnh sóng liên tiếp:

$$4\lambda = 24\text{m} \Rightarrow 24\text{m} \Rightarrow \lambda = 6(\text{m}) \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{6}{2} = 3(\text{m/s})$$. ***Đáp án C.***

Câu 7: Một chiếc phao nhô lên cao 10 lần trong 36s, khoảng cách hai đỉnh sóng lân cận là 10m. Vận tốc truyền sóng là

A. 25/9(m/s) B. 25/18(m/s) C. 5(m/s) D. 2,5(m/s)

Hướng dẫn giải

Phao nhô lên cao 10 lần trong 36s ⇒ phao đã thực hiện được 9 chu kỳ.

$9T = 36(s) \Rightarrow T = 4(s)$

Khoảng cách 2 đỉnh sóng lân cận là 10m ⇒ $\lambda = 10\text{m}$

$$\Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{10}{4} = 2{,}5(\text{m/s})$$. ***Chọn D***

Câu 8: Sóng có tần số 20Hz truyền trên chất lỏng với tốc độ 200cm/s, gây ra các dao động theo phương thẳng đứng của các phần tử chất lỏng. Hai điểm M và N thuộc mặt chất lỏng cùng phương truyền sóng cách nhau 22,5cm. Biết điểm M nằm gần nguồn sóng hơn. Tại thời điểm t điểm N hạ xuống thấp nhất. Hỏi sau đó thời gian ngắn nhất là bao nhiêu thì điểm M sẽ hạ xuống thấp nhất?

A. $\frac{3}{20}(s)$ B. $\frac{3}{80}(s)$ C. $\frac{7}{160}(s)$ D. $\frac{1}{160}(s)$

Hướng dẫn giải

+ Ta có : $\lambda = v/f = 10$ cm $\Rightarrow MN = 2\lambda + \frac{\lambda}{4}$. Vậy M và N dao động vuông pha.

+ Tại thời điểm t, điểm N hạ xuống thấp nhất thì sau đó thời gian ngắn nhất là $\frac{3T}{4}$ thì điểm M sẽ hạ xuống thấp nhất. $\Rightarrow \Delta t = \frac{3T}{4} = \frac{3}{4f} = \frac{3}{80}$s . *Chọn B*

Câu 9: Một sóng cơ học truyền theo phương Ox với biên độ coi như không đổi. Tại O, dao động có dạng u = acosωt (cm). Tại thời điểm M cách xa tâm dao động O là $\frac{1}{3}$ bước sóng ở thời điểm bằng 0,5 chu kì thì li độ sóng có giá trị là 5 cm. Phương trình dao động ở M thỏa mãn hệ thức nào sau đây:

A. $u_M = a\cos\left(\omega t - \frac{2\lambda}{3}\right)$cm B. $u_M = a\cos\left(\omega t - \frac{\pi\lambda}{3}\right)$cm

C. $u_M = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm D. $u_M = a\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$cm

Hướng dẫn giải

Sóng truyền từ O đến M mất một thời gian là : $t = \frac{d}{v} = \frac{\lambda}{3v}$

Phương trình dao động ở M có dạng: $u_M = a\cos\omega\left(t - \frac{1.\lambda}{v.3}\right)$. Với v = λ/T.

Suy ra ta có: $\frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{T.\frac{\lambda}{T}} = \frac{2\pi}{\lambda}$. Vậy $u_M = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi.\lambda}{\lambda.3}\right)$

Hay: $u_M = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$cm . *Chọn C*

Câu 10: Một sóng cơ ngang truyền trên một sợi dây rất dài có phương trình $u = 6\cos(4\pi t - 0{,}02\pi x)$; trong đó u và x có đơn vị là cm, t có đơn vị là giây. Hãy xác định vận tốc dao động của một điểm trên dây có toạ độ x = 25 cm tại thời điểm t = 4 s.

A. 24π (cm/s) B.14π (cm/s) C.12π (cm/s) D.44π (cm/s)

Hướng dẫn giải

Vận tốc dao động của một điểm trên dây được xác định là:

$v = u' = -24\pi\sin(4\pi t - 0{,}02\pi x)(cm/s)$;

Thay x = 25 cm và t = 4 s vào ta được:

$v = -24\pi\sin(16\pi - 0{,}5\pi) = 24\pi(cm/s)$. *Chọn A*

Câu 11: Một sóng cơ học lan truyền trên một phương truyền sóng với vận tốc 5m/s. Phương trình sóng của một điểm O trên phương truyền đó là: $u_0 = 6\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$cm. Phương trình sóng tại M nằm trước O và cách O một khoảng 50cm là:

A. $u_M = 6\cos 5\pi t$ cm

B. $u_M = 6\cos\left(5\pi + \frac{\pi}{2}\right)$ cm

C. $u_M = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ cm

D. $u_M = 6\cos(5\pi t + \pi)$cm

Hướng dẫn giải

Tính bước sóng λ = v/f =5/2,5 =2m

Phương trình sóng tại M trước O (lấy dấu cộng) và cách O một khoảng x là:

$$u_M = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

⇒ Phương trình sóng tại M nằm trước O và cách O một khoảng $x = 50cm = 0{,}5m$ là:

$$u_M = 6\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi 0{,}5}{2}\right)(cm) = 6\cos(5\pi t + \pi)(cm)\ (cm).$$ ***Chọn D***

Câu 12: Một sóng cơ học lan truyền trên mặt nước với tốc độ 25cm/s. Phương trình sóng tại nguồn là u = 3cosπt(cm). Vận tốc của phần tử vật chất tại điểm M cách O một khoảng 25cm tại thời điểm t = 2,5s là:

A. 25cm/s.

B. 3πcm/s.

C. 0.

D. –3πcm/s.

Hướng dẫn giải

Bước sóng: $\lambda = \frac{v.2\pi}{\omega} = \frac{25.2\pi}{\pi} = 50cm/s$

Phương trình sóng tại M (sóng truyền theo chiều dương) là:

$$u_M = 3\cos\left(\pi t - 2\pi\frac{25}{50}\right) = 3\cos(\pi t - \pi)cm$$

Vận tốc thì bằng đạo hàm bậc nhất của li độ theo t:

$v_M = -A.\omega\sin(\omega t + \varphi) = -3.\pi.\sin(\pi.2{,}5 - \pi) = -3.\sin(1{,}5\pi) = 3\pi cm/s$. ***Chọn B***

Câu 13: Một nguồn O phát sóng cơ dao động theo phương trình: $u = 2\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (trong đó u(mm), t(s)) sóng truyền theo đường thẳng Ox với tốc độ không đổi 1(m/s). M là một điểm trên đường truyền cách O một khoảng 42,5cm. Trong khoảng từ O đến M có bao nhiêu điểm dao động lệch pha $\frac{\pi}{6}$ với nguồn?

A. 9

B. 4

C. 5

D. 8

Hướng dẫn giải

Xét một điểm bất kì cách nguồn một khoảng x

Ta có độ lệch pha với nguồn: $20\pi\frac{x}{v}=\frac{\pi}{6}+k\pi \Rightarrow x=\frac{v}{20}\left(\frac{1}{6}+k\right)=5\left(\frac{1}{6}+k\right)$

Trong khoảng O đến M, ta có:

$$0<x<42{,}5 \Leftrightarrow 0<5\left(\frac{1}{6}+k\right)<42{,}5 \Leftrightarrow -\frac{1}{12}<k<8{,}333$$

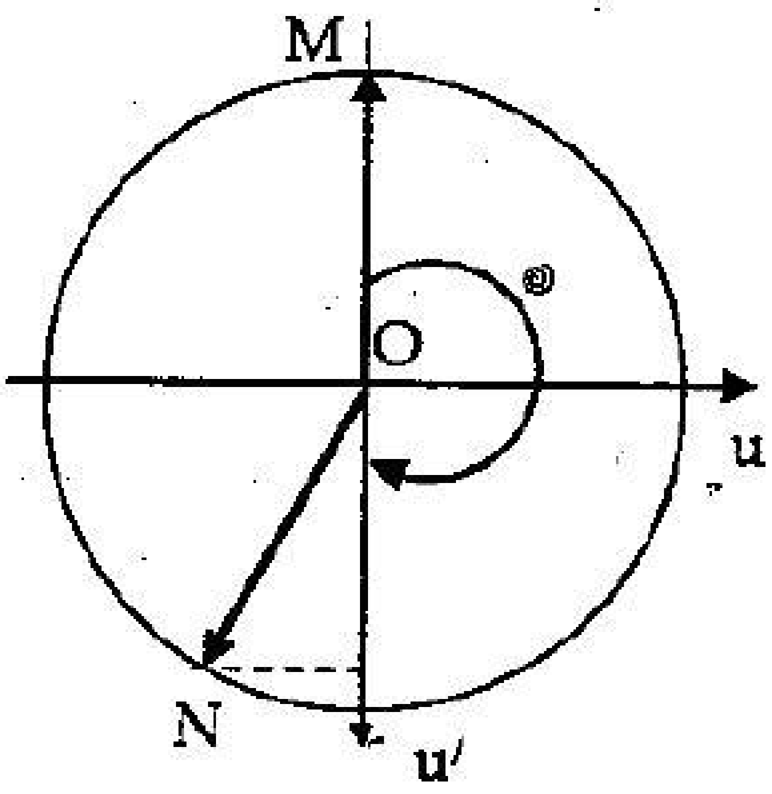
Với k nguyên, nên ta có 9 giá trị của k từ 0 đến 8, tương ứng với 9 điểm.

Đáp án A

Câu 14: Một sóng cơ có bước sóng λ, tần số f và biên độ a không đổi, lan truyền trên một đường thẳng từ điểm M đến điểm N cách M 19λ/12. Tại một thời điểm nào đó, tốc độ dao động của M bằng 2πfa, lúc đó tốc độ dao động của điểm N bằng:

A. $\sqrt{2}\,\pi fa$ B. fa C. 0 D. $\sqrt{3}\,\pi fa$

Hướng dẫn giải



Dùng trục Ou biểu diễn pha dao động của M ở thời điểm t (vec tơ quay của M)

Tại thời điểm t, điểm M có tốc độ

Dao động M bằng 2πfa

⇒ M ở vị trí cân bằng (hình vẽ):

$MN=d=\frac{19}{12}\lambda=1\frac{7}{12}\lambda$

⇒ Ở thời điểm t:

N trễ pha hơn M một góc : $\alpha=2\pi\frac{d}{\lambda}=\frac{7\pi}{6}$

Quay ngược chiều kim đồng hồ một góc $\frac{7\pi}{6}$, ta được véc tơ quay của N

Chiếu lên trục Ou′ ta có $u'_N=\frac{\sqrt{3}}{2}u'_{max}=\frac{\sqrt{3}}{2}2\pi fa=\sqrt{3}\,\pi fa$. *Chọn D*

Nếu M ở vị trí cân bằng đi theo chiều dương thì tốc độ của N cũng có kết quả như trên.

Câu 15: Một sóng cơ học lan truyền dọc theo 1 đường thẳng có phương truyền sóng tại nguồn O là: $u_0=A\cos(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2})$ (cm). Ở thời điểm $t=\frac{1}{2}$ chu kỳ một điểm M cách nguồn bằng 1/3 bước sóng có độ dịch chuyển $U_M=2$(cm). Biên độ sóng A là

A. 4cm. B. 2 cm. C. $4/\sqrt{3}$ cm. D. $2\sqrt{3}$ cm

Hướng dẫn giải

Biểu thức của nguồn sóng tại O: $u_0 = A\cos(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2})$ (cm).

Biểu thức của sóng tại M cách O: d = OM: $u_M = A\cos(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2} \pm \frac{2\pi d}{\lambda})$ (cm)

Với : dấu (+) ứng với trường hợp sóng truyền từ M tới O;

dấu (–) ứng với trường hợp sóng truyền từ O tới M

Khi t = T/2; d = λ/3 thì $u_M = 2$ cm

$$u_M = A\cos(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2} \pm \frac{2\pi d}{\lambda})$$

$$= A\cos(\frac{2\pi}{T}\frac{T}{2} + \frac{\pi}{2} \pm \frac{2\pi\lambda}{\lambda.3}) = A\cos(\frac{3\pi}{2} \pm \frac{2\pi}{3}) = 2 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow A\cos(\frac{13\pi}{6}) = A\cos(\frac{\pi}{6}) = 2 \text{ (cm)} \Rightarrow A = 4/\sqrt{3} \text{ cm.}$$

$\Rightarrow A\cos(\frac{5\pi}{6}) = 2$ (cm) $\Rightarrow A < 0$ (Loại). ***Chọn C***

Câu 16: Một sóng ngang có chu kì T = 0,2s truyền trong môi trường đàn hồi có tốc độ 1m/s. Xét trên phương truyền sóng Ox, vào một thời điểm nào đó một điểm M nằm tại đỉnh sóng thì ở sau M theo chiều truyền sóng, cách M một khoảng từ 42cm đến 60cm có điểm N đang từ vị trí cân bằng đi lên đỉnh sóng . Khoảng cách MN là:

A. 50cm B.55cm C.52cm D.45cm

Hướng dẫn giải

Khi điểm M ở đỉnh sóng, điểm N ở vị trí cân bằng đang đi lên, theo hình vẽ thì khoảng cách MN

$MN = \frac{3}{4}\lambda + k\lambda$ với k = 0; 1; 2; ...Với $\lambda = v.T = 0,2m = 20cm$

$42 < MN = \frac{3}{4}\lambda + k\lambda < 60 \Rightarrow 2,1 - 0,75 < k < 3 - 0,75 \Rightarrow k = 2.$

Do đó MN = 55cm. ***Chọn B***

Câu 17: Một sóng cơ được mô tả bởi phương trình: $u = 4\cos(\frac{\pi}{3}t - 0,01\pi x + \pi)$ (cm). Sau 1s, pha dao động của một điểm, nơi có sóng truyền qua, thay đổi một lượng bằng

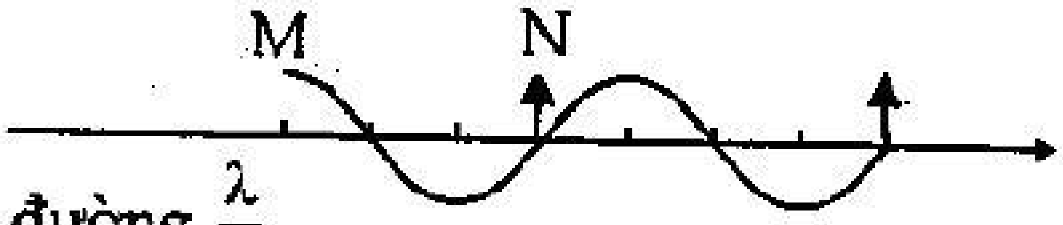
A. $\frac{\pi}{3}$. B. $0,01\pi x$. C. $-0,01\pi x + \frac{4}{3}\pi$. D. π.

Hướng dẫn giải

Chu kì T = 6s.

Trong 1 chu kì T = 6 (s);

Sóng truyền được quãng đường là λ.



Trong t = 1s; sóng truyền được quãng đường $\frac{\lambda}{6}$

⇒ Pha dao động thay đổi một lượng: $\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{2\pi\lambda}{6\lambda} = \frac{\pi}{3}$ (rad)

Câu 18: Cho phương trình sóng: $u = a\sin\left(0{,}4\pi x + 7\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (m, s).

Phương trình này biểu diễn:

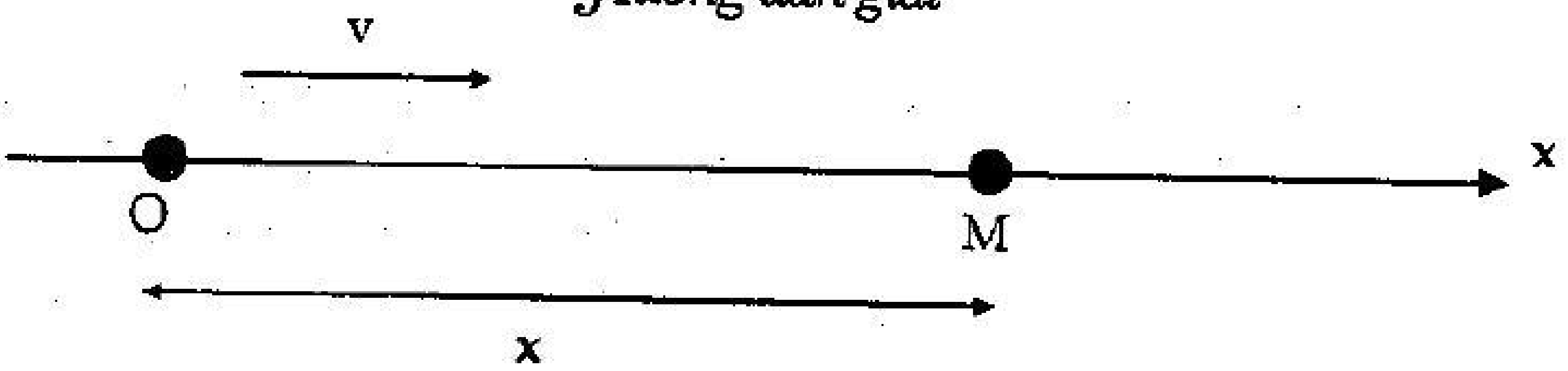
A. Sóng chạy theo chiều âm của trục x với vận tốc 10/7 (m/s)

B. Sóng chạy theo chiều dương của trục x với vận tốc 10/7 (m/s)

C. Sóng chạy theo chiều dương của trục x với vận tốc 17,5 (m/s)

D. Sóng chạy theo chiều âm của trục x với vận tốc 17,5 (m/s)

Hướng dẫn giải



* Công thức tính độ lệch pha của 2 điểm cách nhau Δx dọc theo 1 phương truyền là: $\boxed{\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda}}$

* Nếu tại O là $u_O = A\cos(\omega t + \varphi)$

⇒ PT dao động tại M: $u = A\cos\left(\omega t + \varphi - 2\pi\frac{x}{\lambda}\right)$

* **Áp dụng:** Ta có phương trình tổng quát: $u = A\cos\left(\omega t + \varphi - 2\pi\frac{x}{\lambda}\right)$

Ta so sánh PT của đề bài đã cho: $u = a\sin\left(0{,}4\pi x + 7\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$(m,s)

$\Rightarrow \omega = 7\pi, \frac{2\pi}{\lambda} = 0{,}4\pi \Rightarrow \lambda = 5\text{m} \Rightarrow v = 17{,}5 \text{ m/s}$

Ta nhìn dấu của $0{,}4\pi x$ không phải là trừ mà là cộng

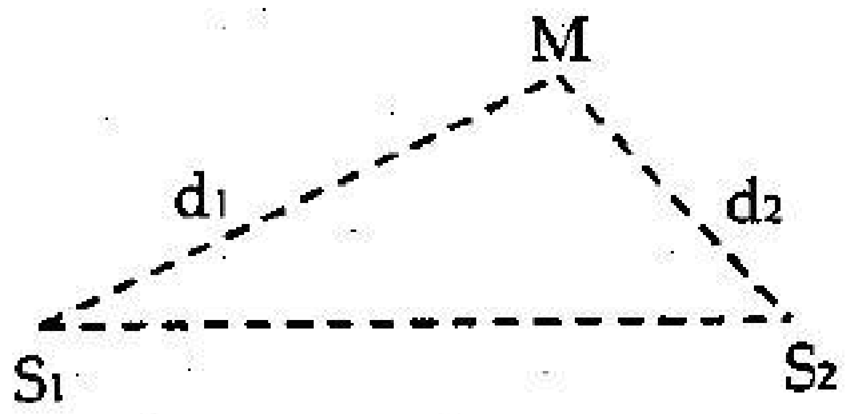
⇒ sóng truyền ngược chiều dương. *Chọn D*

Chuyên đề 2

GIAO THOA SÓNG CƠ

I. *Lý thuyết giao thoa :*

Giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn sóng kết hợp S₁, S₂ cách nhau một khoảng *l*:



Xét 2 nguồn kết hợp $u_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$, $u_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$

Xét điểm M trong vùng giao thoa có khoảng cách tới các nguồn là d_1, d_2

Phương trình sóng do u_1, u_2 truyền tới M:

$$u_{1M} = A_1\cos\left(\omega t + \varphi_1 - 2\pi\frac{d_1}{\lambda}\right); \quad u_{2M} = A_2\cos\left(\omega t + \varphi_2 - 2\pi\frac{d_2}{\lambda}\right)$$

Phương trình sóng tổng hợp tại M: $u_M = u_{1M} + u_{2M}$

1. *Độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn đến* **M** *là:*

$$\boxed{\Delta\varphi_M = \varphi_{2M} - \varphi_{1M} = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + \Delta\varphi} \qquad (1)$$

Với: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

2. *Hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn đến* **M** *là:*

$$\boxed{(d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi}} \qquad (2)$$

- Chú ý:

+ $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ là độ lệch pha của hai sóng thành phần của nguồn 2 so với nguồn 1

+ $\Delta\varphi_M = \varphi_{2M} - \varphi_{1M}$ là độ lệch pha của hai sóng thành phần tại M của nguồn 2 so với nguồn 1 do sóng từ nguồn 2 và nguồn 1 truyền đến

3. *Dùng phương pháp giản đồ* **Frex-nen** *biểu diễn các véc tơ quay* **A_1, A_2,** *và* **A**

Ta có:

Biên độ dao động tổng hợp:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\left[\varphi_1 - 2\pi\frac{d_1}{\lambda} - \left(\varphi_2 - 2\pi\frac{d_2}{\lambda}\right)\right]$$

$$= A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\left(\varphi_1 - \varphi_2 + 2\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right)$$

a. Biên độ dao động tổng hợp cực đại: $A = A_1 + A_2$ khi:

$$\cos\left(\varphi_1-\varphi_2+2\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}\right)=1 \Leftrightarrow \varphi_1-\varphi_2+2\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}=k2\pi$$

$$\Leftrightarrow \boxed{d_2-d_1=k\lambda+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2\pi}\lambda} \qquad (3)$$

b. Biên độ dao động tổng hợp cực tiểu: $A=|A_1-A_2|$ khi:

$$\cos\left(\varphi_1-\varphi_2+2\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}\right)=-1 \Leftrightarrow \varphi_1-\varphi_2+2\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda}=\pi+k2\pi$$

$$\Leftrightarrow \boxed{d_2-d_1=\left(k+\frac{1}{2}\right)\lambda+\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2\pi}\lambda} \qquad (4)$$

4. **Phương trình sóng tại 2 nguồn cùng biên độ A:** (Điểm M cách hai nguồn lần lượt d_1, d_2)

$u_1=A\cos(2\pi ft+\varphi_1)$ và $u_2=A\cos(2\pi ft+\varphi_2)$

+ Phương trình sóng tại M do hai sóng từ hai nguồn truyền tới:

$$u_{1M}=A\cos\left(2\pi ft-2\pi\frac{d_1}{\lambda}+\varphi_1\right) \text{ và } u_{2M}=A\cos\left(2\pi ft-2\pi\frac{d_2}{\lambda}+\varphi_2\right)$$

+ Phương trình giao thoa sóng tại M: $u_M=u_{1M}+u_{2M}$

$$u_M=2A\cos\left[\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}+\frac{\Delta\varphi}{2}\right]\cos\left[2\pi ft-\pi\frac{d_1+d_2}{\lambda}+\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}\right]$$

+ Biên độ dao động tại M:

$$\boxed{A_M=2A\left|\cos\left(\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}+\frac{\Delta\varphi}{2}\right)\right|} \qquad (5) \quad \text{với } \Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1$$

II.Tìm số điểm dao động cực đại, số điểm dao động cực tiểu giữa hai nguồn:

* Số cực đại: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda}+\frac{\Delta\varphi}{2\pi}<k<+\frac{\ell}{\lambda}+\frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k\in\mathbb{Z})}$ (6)

* Số cực tiểu: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda}-\frac{1}{2}+\frac{\Delta\varphi}{2\pi}<k<+\frac{\ell}{\lambda}-\frac{1}{2}+\frac{\Delta\varphi}{2\pi} \quad (k\in\mathbb{Z})}$ (6')

Ta xét các trường hợp sau đây:

a. Hai nguồn dao động cùng pha: $\Delta\varphi=2k\pi$

* Số cực đại: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda}<k<\frac{\ell}{\lambda} \quad (k\in\mathbb{Z})}$ (7)

* Số cực tiểu: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda}-\frac{1}{2}<k<+\frac{\ell}{\lambda}-\frac{1}{2} \quad (k\in\mathbb{Z})}$

Hay $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda}<k+0,5<+\frac{\ell}{\lambda} \quad (k\in\mathbb{Z})}$ (7')

b. Hai nguồn dao động ngược pha: $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$

* Số cực đại: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < +\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})}$

Hay $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda} < k + 0,5 < +\frac{\ell}{\lambda} \quad (k \in \mathbb{Z})}$ (8)

* Số cực tiểu: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda} < k < +\frac{\ell}{\lambda} \quad (k \in \mathbb{Z})}$ (8')

c. Hai nguồn dao động vuông pha: $\Delta\varphi = (2k+1)\pi/2$ (Số cực đại = Số cực tiểu)

* Số cực đại: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{4} < k < +\frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{4} \quad (k \in \mathbb{Z})}$ (9)

* Số cực tiểu: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{4} < k < +\frac{\ell}{\lambda} - \frac{1}{4} \quad (k \in \mathbb{Z})}$

Hay $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda} < k + 0,25 < +\frac{\ell}{\lambda} \quad (k \in \mathbb{Z})}$ (9')

Nhận xét: số điểm cực đại và cực tiểu trên đoạn AB là bằng nhau nên có thể dùng 1 công thức là đủ. Số giá trị nguyên của k thoả mãn các biểu thức trên là số đường cần tìm.

III.Tìm số điểm dao động cực đại, dao động cực tiểu giữa hai điểm M N:

1. Dùng các công thức tổng quát :

a. Độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn đến M là:

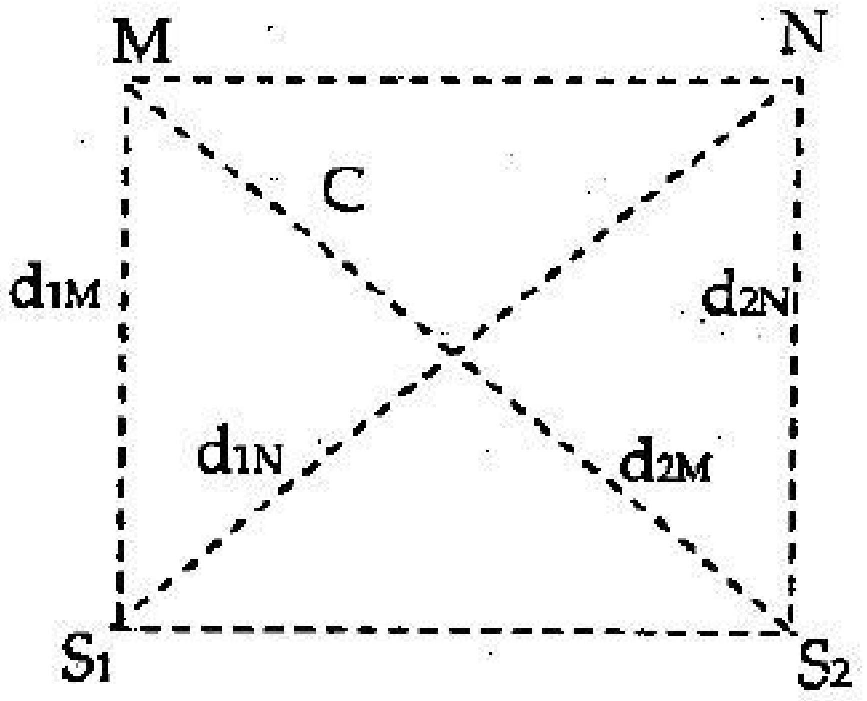
$$\boxed{\Delta\varphi_M = \varphi_{2M} - \varphi_{1M} = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + \Delta\varphi} \quad (1)$$

với $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

b. Hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn đến M là:

$$\boxed{(d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi}} \quad (2)$$

- Chú ý:
  - + $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ là độ lệch pha của hai sóng thành phần của nguồn 2 so với nguồn 1
  - + $\Delta\varphi_M = \varphi_{2M} - \varphi_{1M}$ là độ lệch pha của hai sóng thành phần tại M của nguồn 2 so với nguồn 1 do sóng từ nguồn 2 và nguồn 1 truyền đến



c. Số điểm (đường) dao động cực đại, cực tiểu giữa hai điểm M, N thỏa mãn:

$$\boxed{\Delta d_M \le (d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi} \le \Delta d_N} \quad (10)$$

(Hai điểm M, N cách hai nguồn lần lượt là d_{1M}, d_{2M}, d_{1N}, d_{2N})

Ta đặt $\Delta d_M = d_{1M} - d_{2M}$; $\Delta d_N = d_{1N} - d_{2N}$, giả sử: $\Delta d_M < \Delta d_N$

Với số giá trị nguyên của k thỏa mãn biểu thức trên là số **điểm (đường)** cần tìm giữa hai điểm M và N.

Chú ý: Trong công thức (10) Nếu M hoặc N trùng với nguồn thì không dùng dấu "=" (chỉ dùng dấu <) Vì nguồn là điểm đặc biệt không phải là điểm cực đại hoặc cực tiểu.

2. Dùng công thức bất phương trình:

Số cực đại và cực tiểu trên đoạn thẳng nối hai điểm M và N trong vùng có giao thoa (M gần S_1 hơn S_2 còn N thì xa S_1 hơn S_2) là số các giá trị của k ($k \in \mathbb{Z}$) tính theo công thức sau (không tính hai nguồn):

* Số cực đại: $\boxed{\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}}$

* Số cực tiểu: $\boxed{\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}}$

Ta suy ra các công thức sau đây:

a. Hai nguồn dao động cùng pha: ($\Delta\varphi = 0$)

* Số cực đại: $\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda}$

* Số cực tiểu: $\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda} - \frac{1}{2}$

b. Hai nguồn dao động ngược pha: ($\Delta\varphi = (2k+1)\pi$)

* Số cực đại: $\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} + \frac{1}{2} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda} + \frac{1}{2}$

* Số cực tiểu: $\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda}$

c. Hai nguồn dao động vuông pha: ($\Delta\varphi = (2k+1)\pi/2$)

* Số cực đại: $\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} + \frac{1}{4} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda} + \frac{1}{4}$

* Số cực tiểu: $\frac{S_1M - S_2M}{\lambda} - \frac{1}{4} < k < \frac{S_1N - S_2N}{\lambda} - \frac{1}{4}$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Tại mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 dao động theo phương vuông góc với mặt chất lỏng có cùng phương trình $u = 4\cos 20\pi t$ (trong đó u tính bằng cm, t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 40cm/s. Gọi M là điểm trên mặt chất lỏng cách S_1,S_2 lần lượt là 13cm và 10cm. Coi biên độ của sóng truyền từ hai nguồn trên đến điểm M là không đổi. Phần tử chất lỏng tại M dao động với biên độ là

A. 3cm B. 4cm C. $4\sqrt{2}$ D. 6cm

Hướng dẫn giải

Hai nguồn cùng phương trình: $2\cos 40\pi t \Rightarrow$ 2 nguồn cùng pha $\Rightarrow \Delta\varphi = 0$

Tần số sóng: $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} = 10\text{Hz}$

$\lambda = \frac{v}{f}$

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{40}{10} = 4\text{cm}$

$d_1 = 13\text{cm}$, $d_2 = 10\text{cm}$

Biên độ dao động tại M:

$$A_M = 2a\left|\cos\left(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right)\right| = 2.4\left|\cos\left(\pi\frac{13-10}{4} - 0\right)\right| = 4\sqrt{2}\text{cm}$$

Chọn C

Ví dụ 2: Trên mặt một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha có biên độ 5mm và 10mm dao động vuông góc với mặt thoáng chất lỏng. Nếu cho rằng sóng truyền đi với biên độ không thay đổi thì tại một điểm M cách hai nguồn những khoảng $d_1 = 12,75\lambda$ và $d_2 = 7,25\lambda$ sẽ có biên độ dao động là bao nhiêu?

A. 3 mm B. 6 mm C. 4 mm D. 5 mm

Hướng dẫn giải

Giả sử phương trình sóng dao động tại nguồn có dạng: $u = A\cos\omega t$

Phương trình sóng tại M do A truyền tới: $u_{AM} = a\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_1}{\lambda}\right)$

Phương trình sóng tại M do B truyền tới: $u_{BM} = a\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{d_2}{\lambda}\right)$

Phương trình sóng tổng hợp tại M do hai nguồn truyền tới: $u_M = u_{AM} + u_{BM}$

Do hai nguồn có biên độ khác nhau nên ta tính biên độ sóng tổng hợp tại M theo công thức tổng hợp dao động điều hòa:

$$A_M = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$= \sqrt{5^2 + 10^2 + 2.5.10\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}(12,75\lambda - 7,25\lambda)\right)} = 5\text{mm}$$ *Chọn D*

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa sóng người ta tạo ra trên mặt nước 2 nguồn sóng A, B dao động với phương trình $u_A = u_{AB} = 5\cos 10\pi t$ (cm). Vận tốc sóng là 20 cm/s. Coi biên độ sóng không đổi. Viết phương trình dao động tại điểm M cách A, B lần lượt 7,2 cm và 8,2 cm.

A. $u_M = 5\sqrt{2}\cos(10\pi t + 0{,}15\pi)$(cm).
B. $u_M = 5\sqrt{2}\cos(10\pi t - 0{,}15\pi)$(cm).
C. $u_M = 5\cos(10\pi t + 0{,}15\pi)$(cm).
D. $u_M = 5\cos(10\pi t - 0{,}15\pi)$(cm).

Hướng dẫn giải

Chu kỳ dao động của các phần tử sóng: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0{,}2$ s.

Bước sóng : $\lambda = vT = 4$ cm.

Phương trình sóng tại M cách A, B lần lượt 7,2 cm và 8,2 cm.

$$u_M = 2A\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\cos\left(\omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda}\right)$$

$$= 2.5.\cos\frac{\pi}{4}.\cos(10\pi t - 3{,}85\pi) = 5\sqrt{2}\cos(10\pi t + 0{,}15\pi)\text{(cm)}.$$ *Chọn A*

Ví dụ 4: Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 10cm dao động **cùng pha** và có bước sóng 2cm. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ cực đại và số điểm dao động với biên độ cực tiểu quan sát được là:

A. cực đại 9 và cực tiểu 9
B. cực đại 10 và cực tiểu 10
C. cực đại 9 và cực tiểu 10
D. cực đại 10 và cực tiểu 9

Hướng dẫn giải

Vì các nguồn dao động cùng pha, Ta có:

Số đường hoặc số điểm dao động cực đại: $\boxed{-\frac{\ell}{\lambda} < k < \frac{1}{\lambda}}$

$\Rightarrow -\frac{10}{2} < k < \frac{10}{2} \Rightarrow -5 < k < 5$. Suy ra: $k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \pm 4$.

⇒ có 9 số điểm (đường) dao động cực đại

Số đường hoặc số điểm dao động cực tiểu: $\boxed{-\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2}}$

$\Rightarrow -\frac{10}{2} - \frac{1}{2} < k < \frac{10}{2} - \frac{1}{2} \Rightarrow -5{,}5 < k < 4{,}5$.

Suy ra: $k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \pm 4; -5$.

Vậy có 10 số điểm (đường) dao động cực tiểu. *Chọn C*

Ví dụ 5: Hai nguồn sóng cơ S_1 và S_2 trên mặt chất lỏng cách nhau 20cm dao động theo phương trình $u_1 = u_2 = 4\cos 40\pi t$ (cm/s), lan truyền trong môi trường với tốc độ v = 1,2m/s. Xét các điểm trên đoạn thẳng nối S_1 với S_2. Khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp có biên độ cực đại.

A. 3cm B. 4cm C. 5cm D. 6cm

Hướng dẫn giải

Bước sóng: $\lambda = v.T = v.2\pi/\omega = 6(cm)$

- *Hai nguồn này là hai nguồn kết hợp (và cùng pha) nên trên mặt chất lỏng sẽ có hiện tượng giao thoa vì thế các điểm dao động cực đại trên đoạn* $l = S_1S_2 = 20cm$ sẽ thỏa mãn: $\begin{cases} d_2 + d_1 = l \\ d_2 - d_1 = k\lambda \end{cases} \Rightarrow d_1 = \frac{1}{2}k\lambda + \frac{1}{2}l$.

Khoảng cách giữa hai điểm liên tiếp có biên độ cực đại trên S_1S_2 là :

$\Delta d = d_{1(k+1)} - d_{1k} = \frac{\lambda}{2} = 3$ (cm). ***Chọn A***

Ghi nhớ:

Trên đoạn thẳng nối 2 nguồn , khoảng cách giữa hai cực đại liên tiếp bằng $\frac{\lambda}{2}$

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng đồng bộ tại A, B trên mặt nước. AB = 9,4cm. Tại điểm M thuộc đoạn AB cách trung điểm của AB gần nhất một đoạn 0,5cm. Biết M dao động với biên độ cực đại. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB có thể nhận giá trị nào:

A.7 B.19 C.29 D.43

Hướng dẫn giải

Hai nguồn phát sóng đồng bộ nên cùng pha vì thế trung điểm của đoạn AB sẽ dao động với biên độ cực đại.

Khoảng cách gần nhau nhất giữa hai điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng nối hai nguồn là nửa bước sóng.

Vậy bước sóng $\lambda = 2.0,5 = 1cm$

Số cực đại trên đoạn AB là: $-\frac{l}{\lambda} < k < \frac{l}{\lambda}$

Thay số ta được: $-9,4 < k < 9,4$. Có 19 đường cực đại trên AB. ***Chọn B***

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước. Hai nguồn kết hợp A và B cùng pha. Tại điểm M trên mặt nước cách A và B lần lượt là d_1 = 40cm và d_2 = 36cm dao động có biên độ cực đại. Cho biết vận tốc truyền sóng là v = 40 cm/s, giữa M và đường trung trực của AB có một cực đại khác. Tính tần số sóng.

A. 20Hz B. 24Hz C. 30Hz D. 27Hz

Hướng dẫn giải

Tần số sóng: Để bài đã cho vận tốc v, như vậy để xác định được tần số f ta cần phải biết đại lượng bước sóng λ mới xác định được f theo công thức

$$\boxed{f=\frac{v}{\lambda}}$$

Tại M là cực đại nên: $d_2-d_1=k\lambda$ (1)

Giữa M và đường trung trực có một cực đại khác nên M là cực đại thứ 2

$\Rightarrow |k|=2$ (*Hay k = –2* do $d_1>d_2$) (2)

Vậy từ (1) và (2) $\Rightarrow \lambda=\dfrac{40-36}{2}=2$ cm;

Thay vào $f=\dfrac{v}{\lambda}$, ta có được : $f=20$ Hz. *Chọn A*

Ví dụ 8: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng cách nhau 15 cm có hai nguồn phát sóng kết hợp dao động theo phương trình $u_1=a\cos(40\pi t)$, $u_2=b\cos(40\pi t+\pi)$. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng 40 (cm/s). Gọi E, F là hai điểm trên đoạn AB sao cho AE = EF = FB. Tìm số cực đại trên đoạn EF.

A. 7 B. 6 C. 5 D. 4

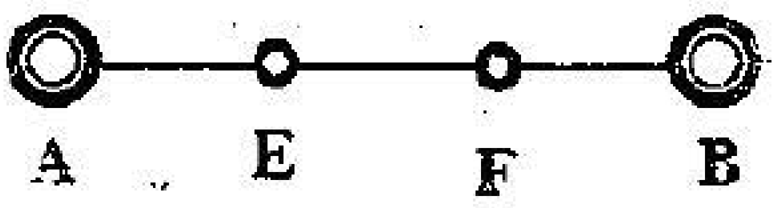
Hướng dẫn giải

Bước sóng: $\lambda=\dfrac{v}{f}=\dfrac{40}{20}=2$cm

Áp dụng công thức: $(d_1-d_2)=(\Delta\varphi_M-\Delta\varphi)\dfrac{\lambda}{2\pi}$

Vì M nằm trên đường cực đại nên: $\Delta\varphi_M=2k\pi$

$\Rightarrow (d_1-d_2)=(2k\pi-\pi)\dfrac{2}{2\pi}=2k-1$



Số điểm cực đại trên đoạn EF thỏa mãn:

$\Leftrightarrow AE-BE\le d_1-d_2\le AF-BF$

$\Leftrightarrow \dfrac{AB}{3}-\dfrac{2AB}{3}\le d_1-d_2\le\dfrac{2AB}{3}-\dfrac{AB}{3}\Leftrightarrow -\dfrac{AB}{3}\le d_1-d_2\le\dfrac{AB}{3}$

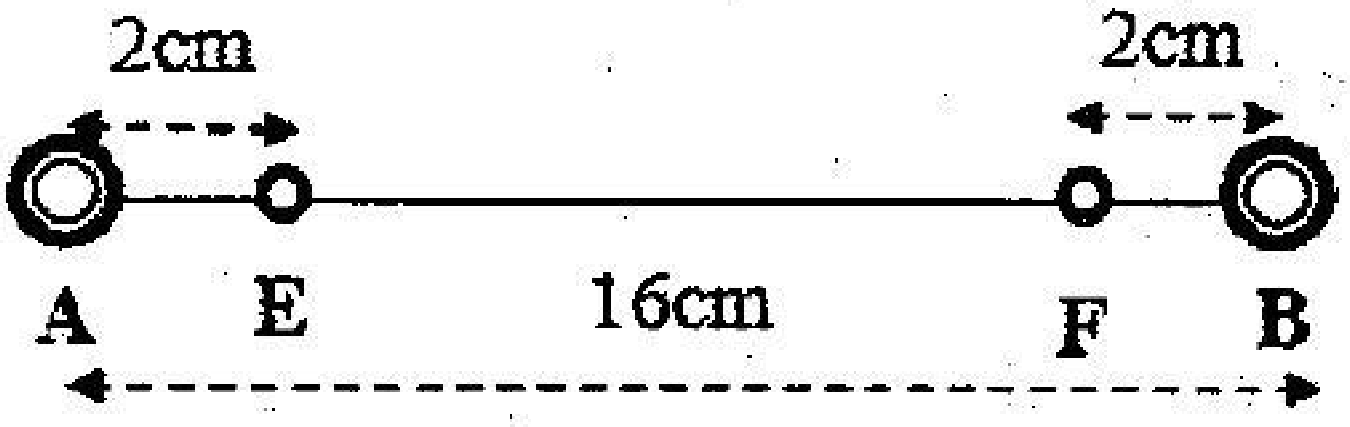
$\Leftrightarrow -\dfrac{15}{3}\le 2k-1\le\dfrac{15}{3}\Leftrightarrow -2\le k\le 3$

$\Rightarrow$ Có 6 điểm cực đại (có dấu bằng vì EF nằm giữa AB) $\Rightarrow$ *Chọn B*

Ví dụ 9: Tại hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 16 cm có hai nguồn phát sóng kết hợp dao động theo phương trình $u_1=a\cos(30\pi t)$, $u_2=b\cos(30\pi t+\pi/2)$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước 30 (cm/s). Gọi E, F là hai điểm trên đoạn AB sao cho AE = FB = 2 cm. Tìm số cực tiểu trên đoạn EF.

A. 10 B. 11 C. 12 D. 13

Hướng dẫn giải



Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{10} = 2cm$

Áp dụng công thức: $(d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi}$

Độ lệch pha của nguồn B so với nguồn A: $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} - 0 = \frac{\pi}{2}$

Vì M nằm trên đường cực tiểu nên $\Delta\varphi_M = (2k+1)\pi$

$\Rightarrow d_1 - d_2 = \left[(2k+1)\pi - \frac{\pi}{2}\right]\frac{2}{2\pi} = 2k + \frac{1}{2}$

Số điểm cực tiểu trên đoạn EF thỏa mãn:

$\Leftrightarrow AE - BE \le d_1 - d_2 \le AF - BF$

$\Leftrightarrow 2 - 14 \le d_1 - d_2 \le 14 - 2$

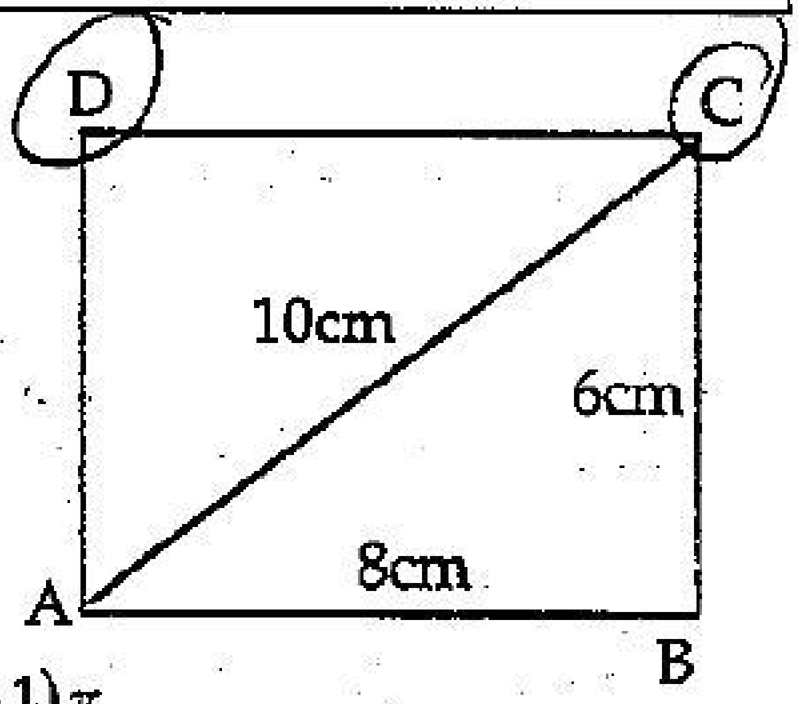
$\Leftrightarrow -12 \le 2k + \frac{1}{2} \le 12 \Leftrightarrow -6{,}25 \le k \le 5{,}75$

$\Rightarrow$ Có 12 điểm cực tiểu (có dấu bằng vì EF nằm giữa AB) $\Rightarrow$ *Chọn C*

Ví dụ 10: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 8 cm, dao động theo phương trình lần lượt là $u_1 = a\cos(8\pi t)$, $u_2 = b\cos(8\pi t)$. Biết tốc độ truyền sóng 4cm/s. Gọi C và D là hai điểm trên mặt nước sao cho ABCD là hình chữ nhật có cạnh BC = 6cm. Tính số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn CD.

A. 8 B. 9 C. 10 D. 11

Hướng dẫn giải



Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{4}{4} = 1cm$

Áp dụng công thức: $(d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi}$

Độ lệch pha của nguồn 2 so với nguồn 1:

$\Delta\varphi = 0 - 0 = 0$

Vì M nằm trên đường cực tiểu nên $\Delta\varphi_M = (2k+1)\pi$

$\Rightarrow d_1 - d_2 = [(2k+1)\pi]\frac{1}{2\pi} = k + \frac{1}{2}$

$4{,}0 < \frac{6-10}{1} - \frac{1}{2}$ k $k < 2 - \frac{1}{2}$

Số điểm cực tiểu trên đoạn CD thỏa mãn:

$\Leftrightarrow AD - BD \le d_1 - d_2 \le AC - BC$

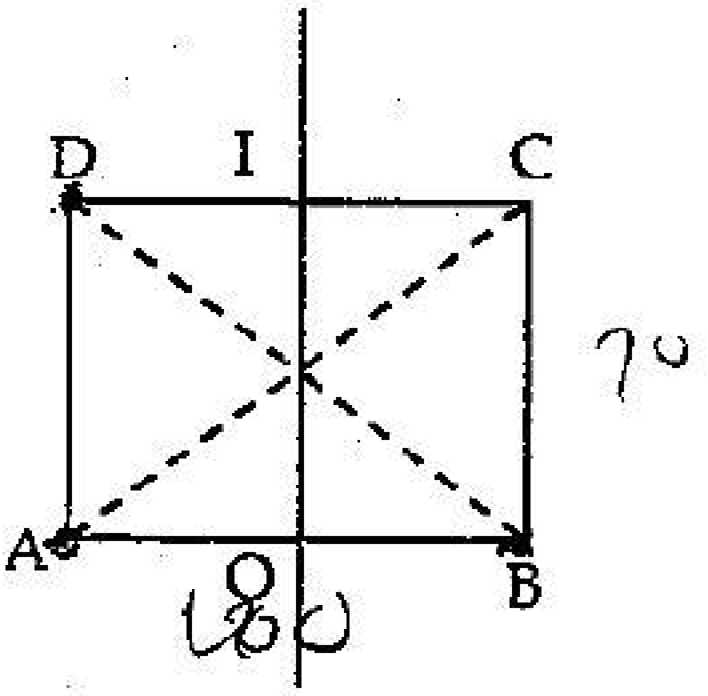
$\Leftrightarrow 6 - 10 \le k + \frac{1}{2} \le 10 - 6 \Leftrightarrow -4,5 \le k \le 3,5$

$\Rightarrow$ Có 8 điểm cực tiểu (có dấu bằng vì CD không phải là nguồn). ***Chọn A***

Ví dụ 11: (ĐH-2010) ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 20(cm) dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $U_A = 2.\cos(40\pi t)(mm)$ và $U_B = 2.\cos(40\pi t + \pi)(mm)$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30(cm/s). Xét hình vuông ABCD thuộc mặt chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn BD là:

A. 17 B. 18 C. 19 D. 20

Hướng dẫn giải



$BD = \sqrt{AD^2 + AB^2} = 20\sqrt{2}(cm)$

Với $\omega = 40\pi(rad/s) \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{40\pi} = 0,05(s)$

Vậy : $\lambda = v.T = 30.0,05 = 1,5cm$

Tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn DB.

Cách 1:

Do hai nguồn dao động ngược pha nên số cực đại trên đoạn BD thỏa mãn:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \\ AD - BD < d_2 - d_1 < AB - O \end{cases}$$

$\frac{BA - DB}{1,5} < k < \frac{BA}{1,5}$

$-5,5 < k < 13$

Suy ra: $AD - BD < (2k+1)\frac{\lambda}{2} < -AB$

Hay : $\frac{2(AD - BD)}{\lambda} < 2k + 1 < \frac{2AB}{\lambda}$.

Thay số : $\frac{2(20 - 20\sqrt{2})}{1,5} < 2k+1 < \frac{2.20}{1,5} \Rightarrow -11,04 < 2k + 1 < 26,67$

Vậy: $-6,02 < k < 12,83$. có 19 điểm cực đại. ***Chọn C.***

$-5,5 < k < 13$

Cách 2: Áp dụng công thức: $(d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi}$

Độ lệch pha của nguồn B so với nguồn A: $\Delta\varphi = \pi - 0 = \pi$

Vì M nằm trên đường cực đại nên: $\Delta\varphi_M = 2k\pi$

$$d_1 - d_2 = [2k\pi - \pi]\frac{1,5}{2\pi} = \frac{3k}{2} + \frac{3}{4}$$

Số điểm cực đại trên đoạn BD thỏa mãn:

$\Leftrightarrow AD - BD \le d_1 - d_2 < AB - BB$

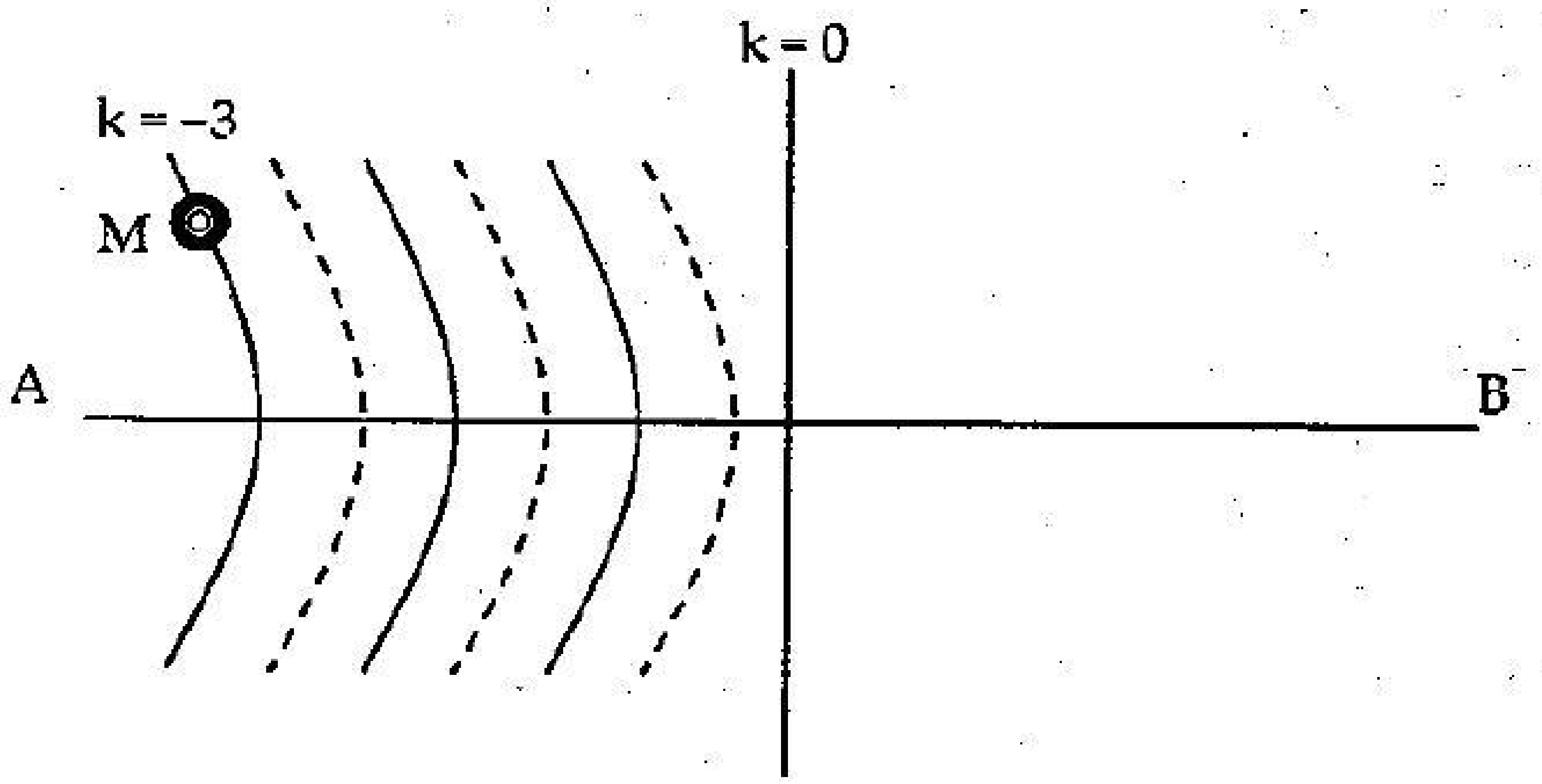
$\Leftrightarrow 20 - 20\sqrt{2} \le \frac{3k}{2} + \frac{3}{4} < 20\sqrt{2} - 20 \Leftrightarrow -6 \le k < 12{,}8$

$\Rightarrow$ Có 19 điểm cực đại (bên điểm D có dấu bằng vì không phải là một trong hai nguồn. Điểm B không lấy dấu bằng vì B là nguồn) $\Rightarrow$ *Chọn C*

Ví dụ 12: Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B dao động cùng pha với tần số 30Hz. Tại một điểm M cách các nguồn A, B lần lượt những khoảng $d_1 = 21$cm, $d_2 = 25$cm, sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của AB có ba dãy không dao động. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

A. 30cm/s B. 40cm/s C. 60cm/s D. 80cm/s

Hướng dẫn giải



Giữa M và đường trung trực của AB có ba dãy không dao động.

$\Rightarrow$ M $\in$ đường cực đại thứ 3 phía A (vì $d_1 < d_2$) $\Rightarrow k = -3$

$$\Delta d = d_1 - d_2 = k\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d_1 - d_2}{k} = \frac{21-25}{-3} = \frac{4}{3}\text{cm}$$

$v = \lambda f = \frac{4}{3}.30 = 40\text{cm/s}$. *Chọn B*

Ví dụ 13: Trên mặt nước có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2, dao động theo các phương trình lần lượt là: $u_1 = a_1\cos(50\pi t + \pi/2)$ và $u_2 = a_2\cos(50\pi t)$. Tốc độ truyền sóng của các nguồn trên mặt nước là 1 (m/s). Hai điểm P, Q thuộc hệ vân giao thoa có hiệu khoảng cách đến hai nguồn là $PS_1 - PS_2 = 5$ cm, $QS_1 - QS_2 = 7$ cm. Hỏi các điểm P, Q nằm trên đường dao động cực đại hay cực tiểu?

A. P, Q thuộc cực đại B. P, Q thuộc cực tiểu

C. P cực đại, Q cực tiểu D. P cực tiểu, Q cực đại

Hướng dẫn giải

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{100}{25} = 4(cm)$.

Áp dụng công thức: $\Delta\varphi_M = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + \Delta\varphi$

với $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Delta\varphi_P = \frac{2\pi}{4}.5 - \frac{\pi}{2} = 2\pi = 2k\pi \Rightarrow$ điểm P thuộc cực đại

$\Rightarrow \Delta\varphi_Q = \frac{2\pi}{4}.7 - \frac{\pi}{2} = 3\pi = (2k+1)\pi \Rightarrow$ điểm Q thuộc cực tiểu $\Rightarrow$ ***Chọn C***

Ví dụ 14: Chọn cụm từ thích hợp điền vào chỗ trống để được phát biểu đúng. Trên mặt nước hai nguồn sóng A và B dao động điều hoà theo phương vuông góc với mặt nước với phương trình $u_1 = u_2 = a\cos(20\pi t)$. Biết tốc độ truyền sóng 40(cm/s), biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Một điểm N trên mặt nước có hiệu khoảng cách đến hai nguồn A và B thoả mãn AP – BP = 10 cm. Điểm P nằm trên đường đứng yên …….. kể từ trung trực của AB và về ………….

A. thứ 3 - phía A

B. thứ 2 - phía

C. thứ 3 - phía B

D. thứ 2 - phía B

Hướng dẫn giải

Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{40}{10} = 4(cm)$.

Dùng công thức (8) $\Delta\varphi_M = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + \Delta\varphi$ với $\Delta\varphi = 0$

$\Delta\varphi_P = \frac{2\pi}{4}.10 - 0 = 5\pi = (2k+1)\pi \Rightarrow k = 2$

Vậy điểm N nằm trên đường đứng yên thứ 3 về phía B vì $d_1 > d_2 \Rightarrow$ ***Chọn C***

Ví dụ 15: Hai nguồn sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 2*m* dao động điều hòa cùng pha, phát ra hai sóng có bước sóng 1*m*. Một điểm A nằm ở khoảng cách *l* kể từ S_1 và $AS_1 \perp S_1S_2$. Giá trị cực đại của *l* để tại A có được ~~cực đại của~~ giao thoa là:

A. l = 1,5m

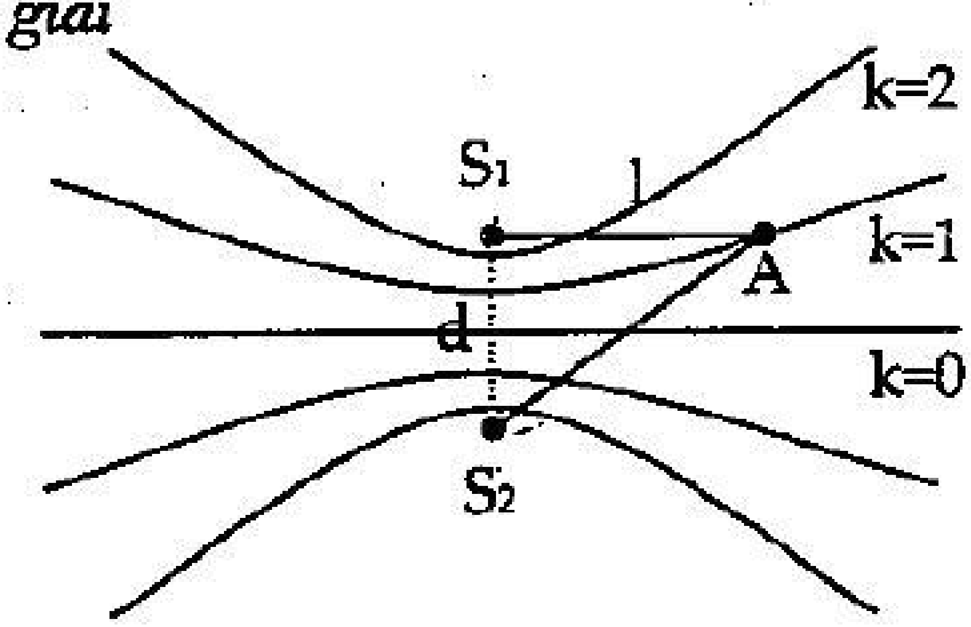
B. l = 1,8m

C. l = 2m

D. l = 2,5m.

Hướng dẫn giải

Điều kiện để tại A có cực đại giao thoa là hiệu đường đi từ A đến hai nguồn sóng phải bằng số nguyên lần bước sóng (xem hình):



$\sqrt{l^2 + d^2} - l = k\lambda$. Với $k = 1, 2, 3...$

Khi *l* càng lớn đường S₁A cắt các cực đại giao thoa có bậc càng nhỏ (*k* càng bé), vậy ứng với giá trị ~~lớn nhất của *l* để tại A có cực đại nghĩa~~ là tại A ~~đường S₁A~~ cắt cực đại bậc 1 (*k* = 1).

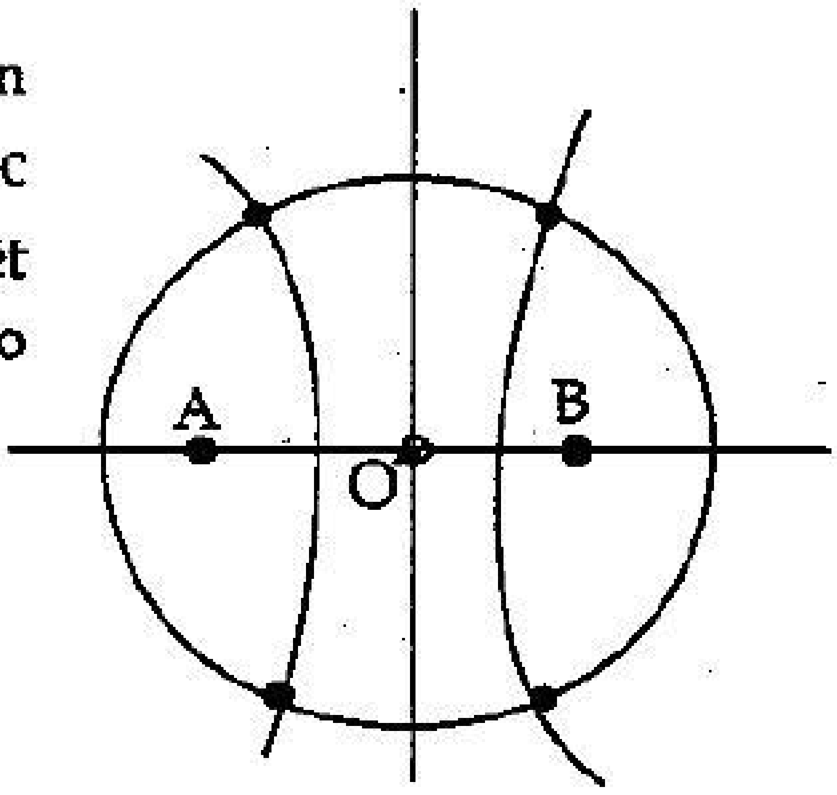
Thay các giá trị đã cho vào biểu thức trên, ta nhận được:

$$\sqrt{l^2+4}-l=1 \Rightarrow l=1,5(m)$$ *Chọn A*

Ví dụ 16: Trên mặt nước có hai nguồn sóng nước A, B giống hệt nhau cách nhau một khoảng $AB = 4,8\lambda$. Trên đường tròn nằm trên mặt nước có tâm là trung điểm O của đoạn AB có bán kính $R = 5\lambda$ sẽ có số điểm dao động với biên độ cực đại là:

A. 9 B. 16 C. 18 D.14

Hướng dẫn giải



Do đường tròn tâm O có bán kính $R = 5\lambda$ còn $AB = 4,8\lambda$ nên đoạn AB chắc chắn thuộc đường tròn. Vì hai nguồn A, B giống hệt nhau nên dao động cùng pha. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB là :

$$\frac{-AB}{\lambda} < K < \frac{AB}{\lambda}$$

Thay số : $\frac{-4,8\lambda}{\lambda} < K < \frac{4,8\lambda}{\lambda}$

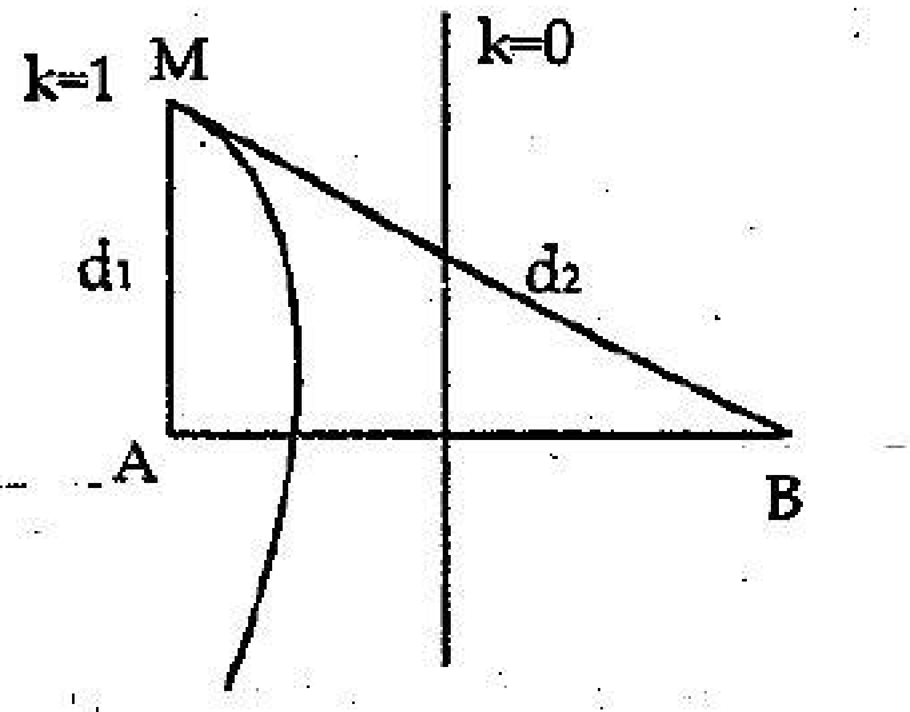
Hay: $-4,8 < k < 4,8$.

Kết luận: trên đoạn AB có 9 điểm dao động với biên độ cực đại hay trên đường tròn tâm O có 2.9 =18 điểm. *Chọn C*

Ví dụ 17: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp AB cách nhau 40cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số f=10(Hz), vận tốc truyền sóng 2(m/s). Gọi M là một điểm nằm trên đường vuông góc với AB tại đó A dao động với biên độ cực đại. Đoạn AM **có giá trị lớn nhất là :**

A. 20cm B. 30cm C. 40cm D.50cm

Hướng dẫn giải



Ta có $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{200}{10} = 20(cm)$.

Do M là một cực đại giao thoa nên để đoạn AM có giá trị lớn nhất thì M phải nằm trên vân cực đại bậc 1 như hình vẽ và thỏa mãn:

$d_2 - d_1 = k\lambda = 1.20 = 20(cm)$ (1).

(do lấy k = +1)

Mặt khác, do tam giác AMB là tam giác vuông tại A nên ta có :

$$BM = d_2 = \sqrt{(AB^2) + (AM^2)} = \sqrt{40^2 + d_1{}^2} (2)$$

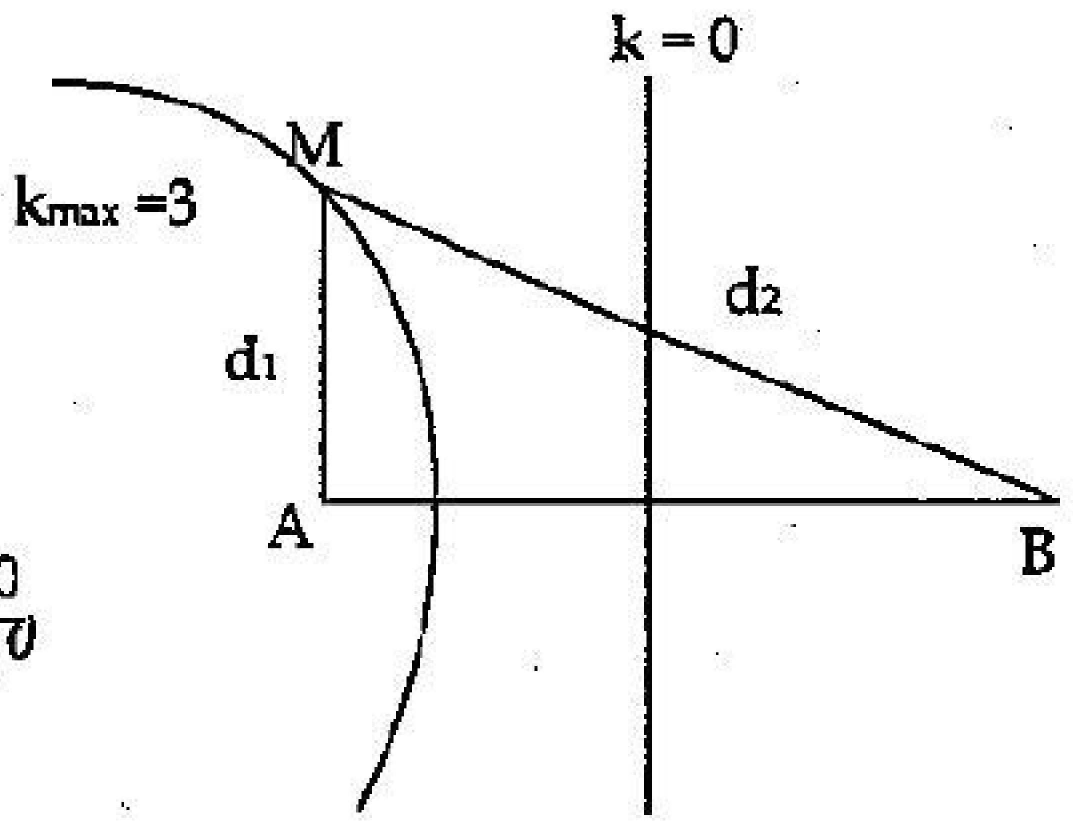
Thay (2) vào (1), ta được: $\sqrt{40^2 + d_1{}^2} - d_1 = 20 \Rightarrow d_1 = 30(cm)$. ***Đáp án B***

Ví dụ 18: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp AB cách nhau 100cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số f = 10(Hz), vận tốc truyền sóng 3(m/s). Gọi M là một điểm nằm trên đường vuông góc với AB tại đó A dao động với biên độ cực đại. Đoạn AM có giá trị nhỏ nhất là :

A. 5,28cm B. 10,56cm C. 12cm D. 30cm

Hướng dẫn giải

Ta có $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{300}{10} = 30(cm)$.



Số vân dao động với biên độ dao động cực đại trên đoạn AB thỏa mãn điều kiện:

$-AB < d_2 - d_1 = k\lambda < AB$.

Hay: $\frac{-AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Leftrightarrow \frac{-100}{30} < k < \frac{100}{30}$

$\Leftrightarrow -3,3 < k < 3,3$.

$\Rightarrow k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$.

$\Rightarrow$ Đoạn AM có giá trị bé nhất thì M phải nằm trên đường cực đại bậc 3 (k_{max}) như hình vẽ và thỏa mãn: $d_2 - d_1 = k\lambda = 3.30 = 90(cm)$ (1) (do lấy k = 3).

Mặt khác, do tam giác AMB là tam giác vuông tại A nên ta có :

$$BM = d_2 = \sqrt{(AB^2) + (AM^2)} = \sqrt{100^2 + d_1{}^2} \quad (2).$$

Thay (2) vào (1), ta được: $\sqrt{100^2 + d_1{}^2} - d_1 = 90 \Rightarrow d_1 = 10,56(cm)$. ***Đáp án B***

Ví dụ 19: Trong một thí nghiệm giao thoa với hai nguồn phát sóng giống nhau tại A và B trên mặt nước. Khoảng cách AB = 16cm. Hai sóng truyền đi có bước sóng λ = 4cm. Trên đường thẳng xx′ song song với AB, cách AB một khoảng 8 cm, gọi C là giao điểm của xx′ với đường trung trực của AB. Khoảng cách ngắn nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực tiểu nằm trên xx′ là

A. 2,25cm B. 1,5cm C. 2,15cm D. 1,42cm

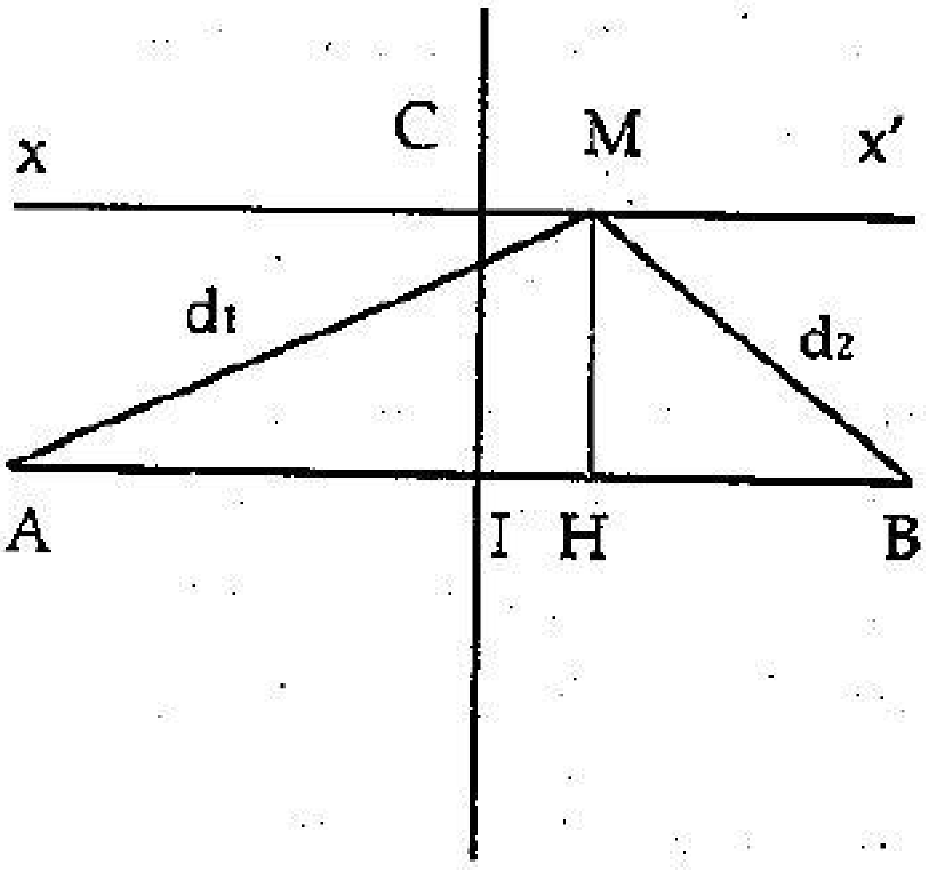
Hướng dẫn giải

Cách 1

Gọi M là điểm thỏa mãn yêu cầu và đặt CM = x, Khoảng cách ngắn nhất từ C đến điểm dao động với biên độ cực tiểu nằm trên xx′ thì M thuộc cực tiểu thứ nhất k = 0

$$d_1 - d_2 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \Leftrightarrow \sqrt{8^2 + (8+x)^2} - \sqrt{8^2 + (8-x)^2} = 2 \Leftrightarrow x = 1,42\text{cm}$$

Cách 2



Xét điểm M:

$AM = d_1$; $BM = d_2$; $x = CM = IH$

Điểm M dao động với biên độ cực tiểu

Khi: $d_1 - d_2 = (k + 0,5)\lambda$

Điểm M gần C nhất khi k = 0

$d_1 - d_2 = 0,5\lambda = 2$ (cm) (*)

$d_1^2 = (8 + x)^2 + 8^2$

$d_2^2 = (8 - x)^2 + 8^2$

$\Rightarrow d_1^2 - d_2^2 = 32x \Rightarrow d_1 + d_2 = 16x$ (**)

Từ (*) và (**) $\Rightarrow d_1 = 8x + 1$

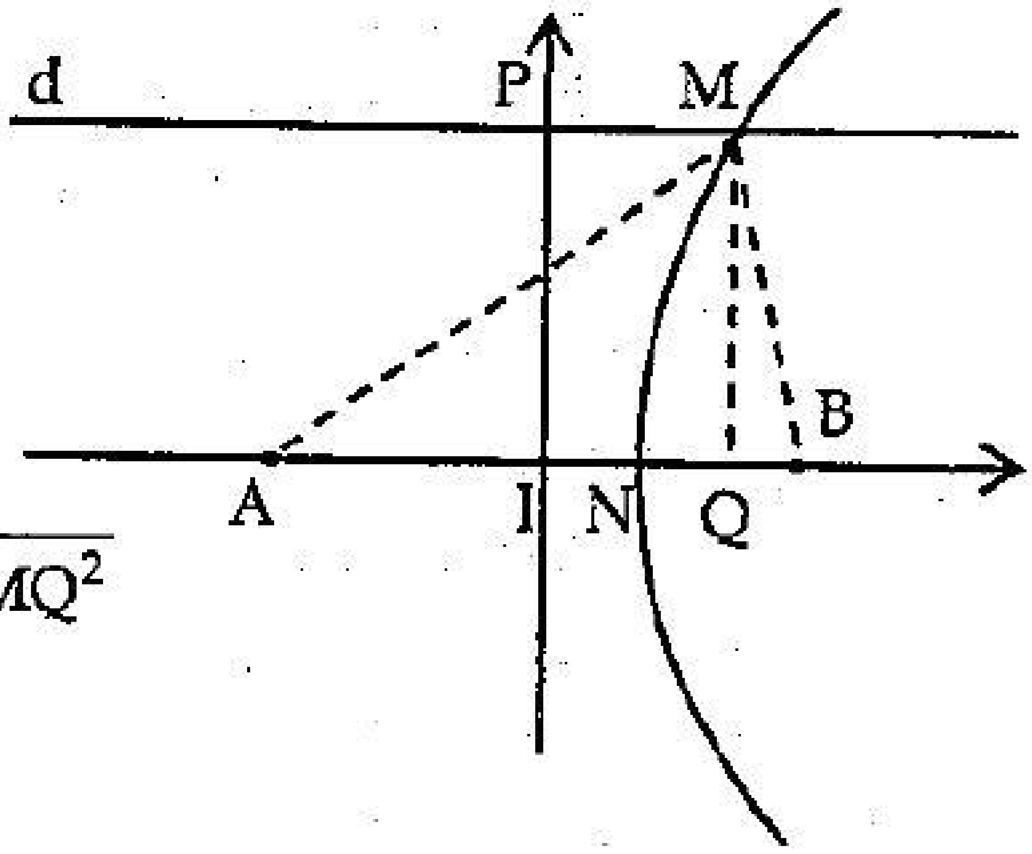
$d_1^2 = (8 + x)^2 + 8^2 = (8x + 1)^2 \Rightarrow 63x^2 = 128 \Rightarrow x = 1,42$ cm. *Chọn D*

Ví dụ 19: Hai nguồn sóng AB cách nhau 1m dao động cùng pha với bước sóng 0,5m. I là trung điểm AB. P là điểm nằm trên đường trung trực của AB cách I một khoảng 100m. Gọi d là đường thẳng qua P và song song với AB. Tìm điểm M thuộc d và gần P nhất, dao động với biên độ cực đại. Tìm khoảng cách MP

A. 25,25cm B. 17,5cm C. 62,15cm D.57,73cm

Hướng dẫn giải

Cách 1 **(Thường dùng)**



Vì A và B cùng pha và M gần P nhất và dao động với biên độ cực đại nên M thuộc cực đại ứng với k = 1

Ta có: $MA - MB = k.\lambda = \lambda$;

Theo hình vẽ, ta có:

$MA = \sqrt{AQ^2 + MQ^2}$; $MB = \sqrt{BQ^2 + MQ^2}$

$\Rightarrow \sqrt{AQ^2 + MQ^2} - \sqrt{BQ^2 + MQ^2} = \lambda$

Đặt MP = IQ = x, có PI = MQ = 100m

Ta có: $\sqrt{(0,5 + x)^2 + 100^2} - \sqrt{(0,5 - x)^2 + 100^2} = 0,5$

Giải phương trình tìm được x = 57,73m

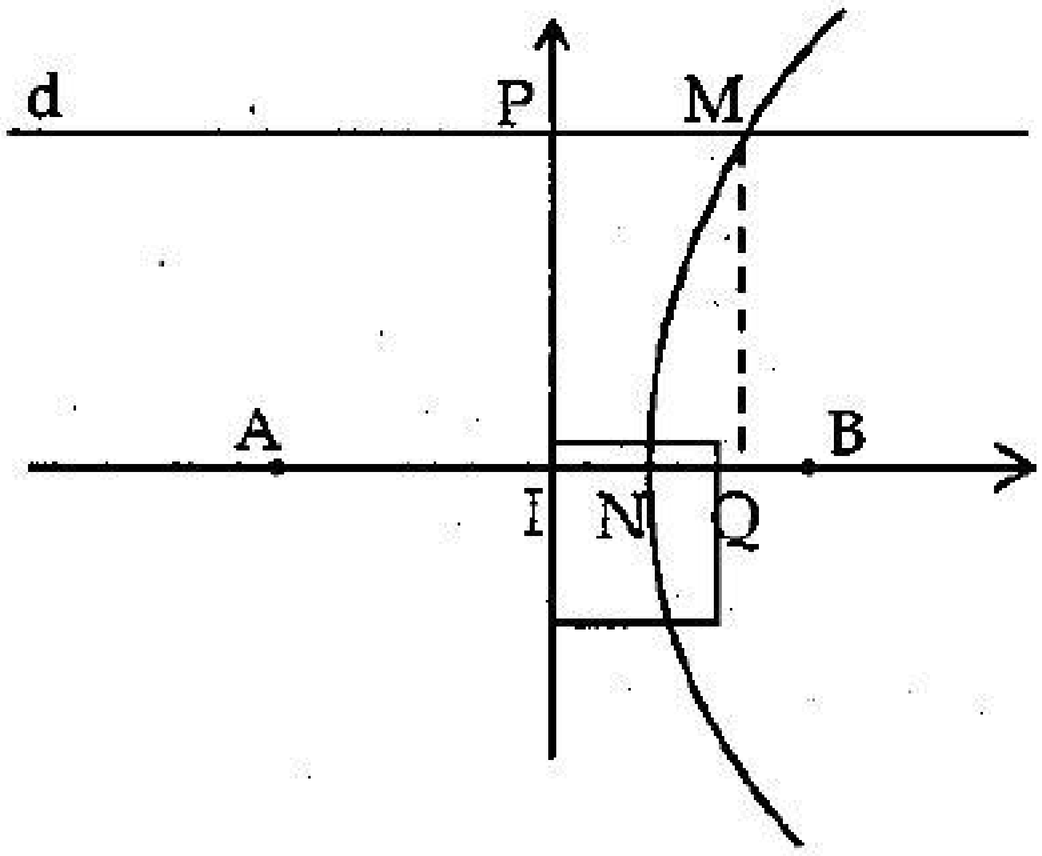
Chọn D

Cách 2 **(Tính chất của Hyperbol)**

Vì A và B cùng pha, do đó I dao động với biên độ cực đại.

Gọi N là giao của đường cực đại qua M và đường AB.

Vì M gần P nhất và dao động với biên độ cực đại nên $NI = \lambda/2 = 0{,}25m$



Theo tính chất về đường Hyperbol, ta có:

Khoảng cách $BI = c = 0{,}5m$;

Khoảng cách $IN = a = 0{,}25m$.

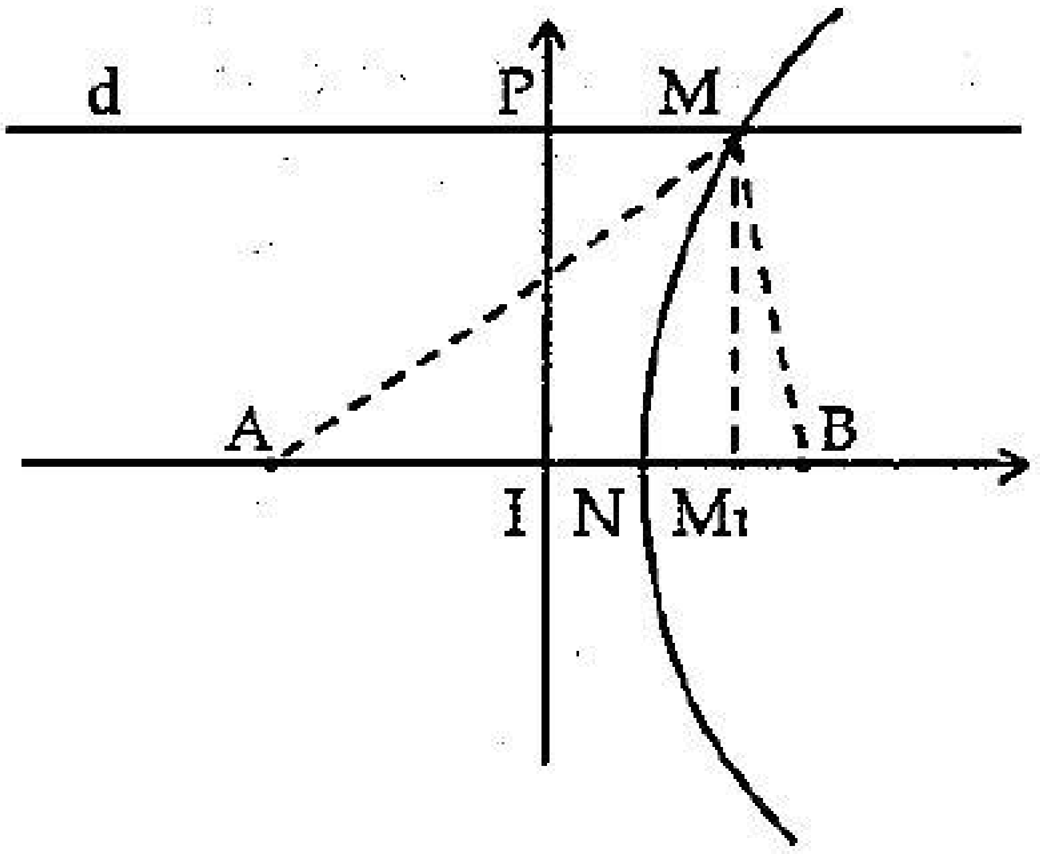
Mà ta có $b^2 + a^2 = c^2$. Suy ra $b^2 = 0{,}1875$

Toạ độ điểm M là x, y thoả mãn:

$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ Với $x = MP$, $y = PI = 100m$

$\frac{MP^2}{0{,}25^2} - \frac{100^2}{0{,}1875} = 1$. Suy ra $MP = 57{,}73m$

Cách 3 **(Hệ thức lượng Tam giác)**



Vẽ hình.

Gọi d_1 là khoảng cách từ A tới M,

d_2 là khoảng cách từ B tới M.

- Vì M dao động với biên độ cực đại và gần P nhất nên M nằm trên cực đại K = 1.

  Vậy $d_1 - d_2 = k\lambda = 0{,}5$ (1)
- Gọi M_1 là hình chiếu của M trên AB

  $\Rightarrow d_1^2 = 100^2 + AM_1^2 = 100^2 + (0{,}5 + IM_1)^2$ (2)

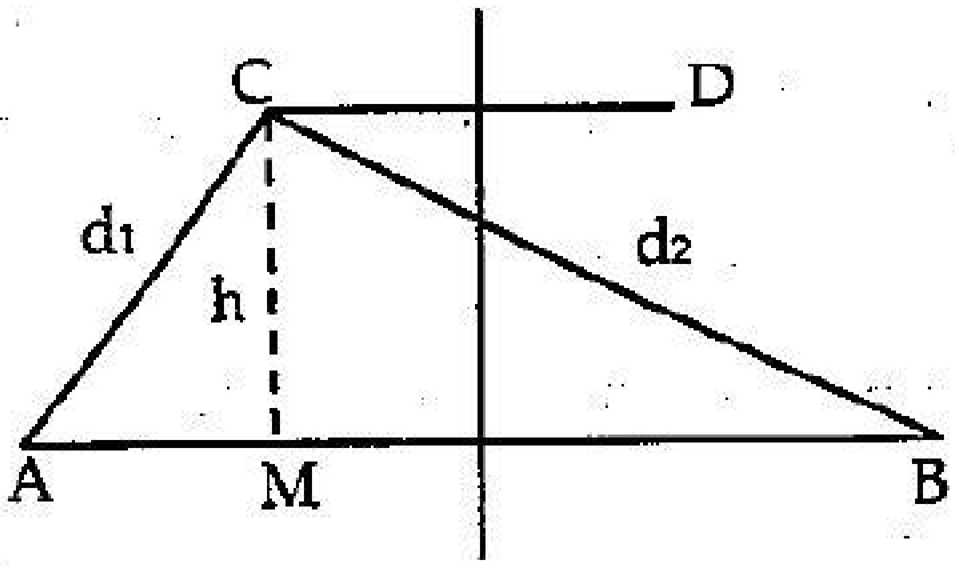
  $\Rightarrow d_2^2 = 100^2 + BM_1^2 = 100^2 + (0{,}5 - IM_1)^2$ (3)
- Kết hợp (1), (2), (3) ta sẽ tìm được $IM_1 = 57{,}7m$. Vậy $MP = 57{,}7m$.

Ví dụ 20: Hai điểm A và B trên mặt nước cách nhau 12 cm phát ra hai sóng kết hợp có phương trình: $u_1 = u_2 = a\cos 40\pi t(cm)$, tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s. Xét đoạn thẳng CD = 6cm trên mặt nước có chung đường trung trực với AB. Khoảng cách lớn nhất từ CD đến AB sao cho trên đoạn CD chỉ có 5 điểm dao động với biên độ cực đại là:

A. 10,06 cm. B. 4,5 cm. C. 9,25 cm. D. 6,78 cm.

Hướng dẫn giải

+ Bước sóng $\lambda = v/f = 30/20 = 1{,}5$ cm



- + Khoảng cách lớn nhất từ CD đến AB mà trên CD chỉ có 5 điểm dao động cực đại, khi đó tại C và D thuộc các vân cực đai bậc 2 ($k = \pm 2$)
- + Xét tại C: $d_2 - d_1 = 2\lambda = 3$ cm (1)
- + Với: AM = 3 cm; BM = 9 cm
- + Ta có: $d_1^2 = h^2 + 3^2 = 9$ và$d_2^2 = h^2 + 9^2 = 81$
- + Do đó $d_2^2 - d_1^2 = 72 \Rightarrow (d_2 - d_1).(d_1 + d_2) = 72 \Rightarrow d_1 + d_2 = 24$ cm (2)
- + Từ (1) và (2), ta có: $d_2 = 13{,}5$ cm
- + Vậy: $h_{max} = \sqrt{d_2^2 - BM^2} = \sqrt{13{,}5^2 - 81} = 10{,}06\text{cm}$ *Chọn A*

Ví dụ 21: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau một khoảng 50mm trên mặt nước phát ra hai sóng kết hợp có phương trình $u_1 = u_2 = 2\cos 200\pi t\,(\text{mm})$. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 0,8 m/s. Điểm gần nhất dao động cùng pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 bao nhiêu:

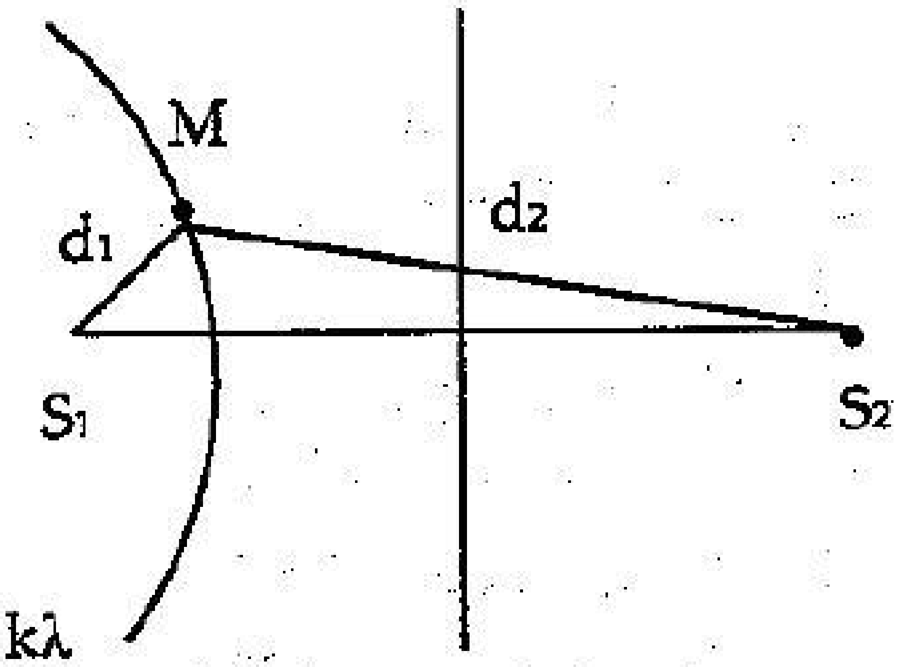
A. 16mm B. 32mm C. 8mm D. 24mm

Hướng dẫn giải

Cách 1 :

Phương trình sóng tổng quát tổng hợp tại M là:

$$u_M = 2a\cos(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda})\cos(200\pi t - \pi\frac{d_2 + d_1}{\lambda})$$



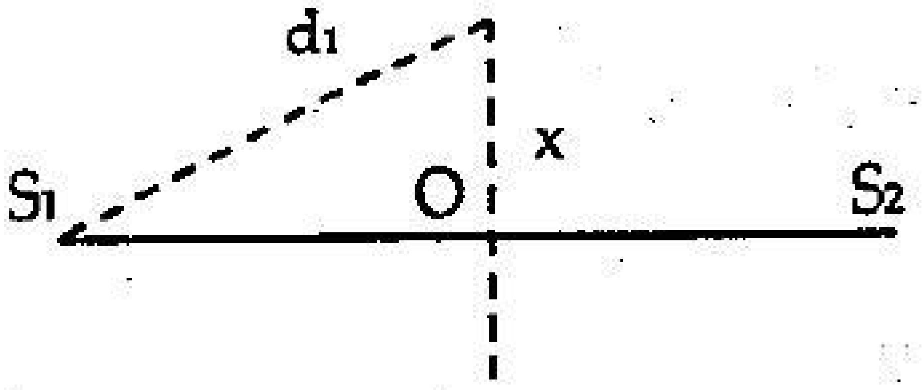
- + Với M cách đều S_1, S_2 nên $d_1 = d_2$.

  Khi đó $d_2 - d_1 = 0$

  $$\Rightarrow \cos(\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}) = 1 \Rightarrow A = 2a$$

- + Để M dao động cùng pha với S_1, S_2 thì:

  $$\pi\frac{d_1 + d_2}{\lambda} = k2\pi \Rightarrow \frac{d_1 + d_2}{\lambda} = 2k \Rightarrow d_1 = d_2 = k\lambda$$



- + Gọi x là khoảng cách từ M đến S_1 và S_2:

  $$d_1 = d_2 = \sqrt{x^2 + \left(\frac{S_1S_2}{2}\right)^2} = k\lambda$$

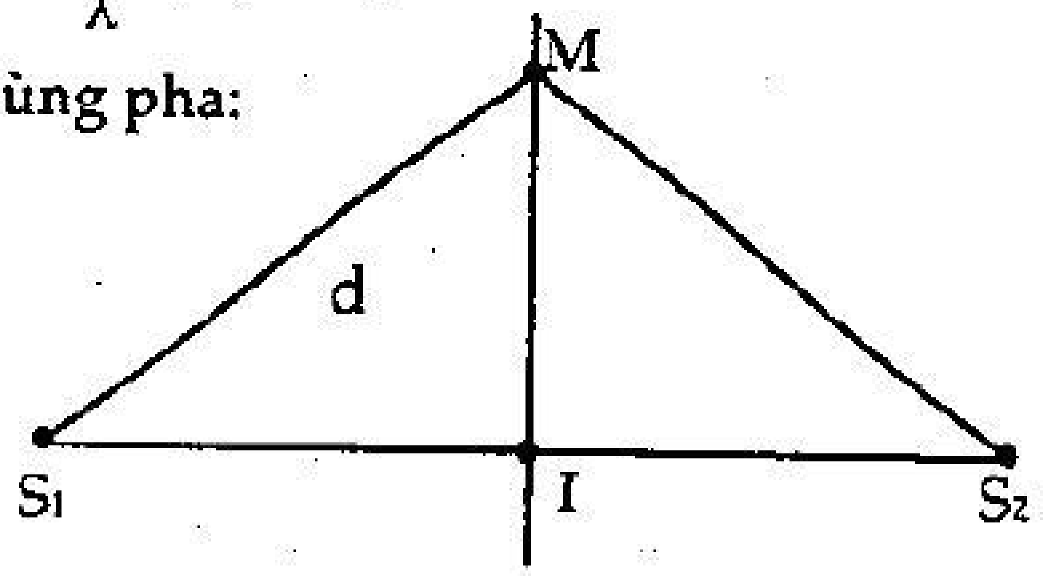
  $$\Rightarrow |x| = \sqrt{(k\lambda)^2 - \left(\frac{S_1S_2}{2}\right)^2} = \sqrt{0{,}64k^2 - 6{,}25} \Rightarrow 0{,}64k^2 - 6{,}25 \geq \Leftrightarrow k \geq 3{,}125$$

  $\Rightarrow k_{min} = 4 \Rightarrow d_1 = 4\lambda = 32$ mm. *Chọn đáp án B.*

Cách 2 :Xét điểm M trên trung trực của S_1S_2 : $S_1M = S_2M = d \geq 25$ mm

Bước sóng $\lambda = v/f = 0{,}8 / 100$ m = 8mm

Sóng tổng hợp tại M: $u_M = 4\cos(200\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda})$ (mm)



u_M cùng pha với nguồn S_1 khi chúng cùng pha:

$\frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = k\lambda \geq 25mm$

$d = d_{min}$ khi $k = 4 \Rightarrow d_{min} = \lambda = 32$ mm.

Chọn đáp án B

Cách 3 **:Giải nhanh bài này như sau:**

+ Ta có: tại điểm dao động cùng pha với nguồn S_1 nên phải cách S_1 một đoạn $d = k\lambda$

+ Rõ ràng: $d = k\lambda > SO$ ($\lambda = 8mm$), suy ra: $8\lambda > 25$ vì d_{min} nên $k = 4$

Suy ra $d_{min} = 32mm$. *Chọn B*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1. Chọn câu *đúng*. Nguồn kết hợp là hai nguồn dao động:

A. Cùng tần số. độ lệch pha thay đổi theo thời gian.

B. Cùng pha, cùng biên độ và khác tần số.

C. Cùng tần số, cùng pha hoặc độ lệch pha không đổi theo thời gian.

D. Khác tần số, ngược pha và cùng biên độ dao động.

Hướng dẫn giải

Nguồn kết hợp là hai nguồn dao động:

Cùng tần số, cùng pha hoặc độ lệch pha không đổi theo thời gian.

Chọn C

Câu 2: Trong hiện tượng giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn dao động ngược pha, những điểm trong môi trường truyền sóng dao động với biên độ cực tiểu khi hiệu đường đi của hai sóng có giá trị nào trong các biểu thức nêu sau đây ? Cho k là các số nguyên.

A. $(2k+1)\frac{\lambda}{2}$. B. $(2k+1)\lambda$. C. $\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$. D. $k\lambda$.

Hướng dẫn giải

Biên độ tổng quát: $A_M = 2a\left|\cos\left(\pi\frac{d_2-d_1}{\lambda} + \frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\right)\right|$

2 nguồn ngược pha suy ra $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pm\pi$

$A_{Max} = 2a \Leftrightarrow \cos\left(\frac{\pi\Delta d}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right) = \pm1 \Leftrightarrow \frac{\pi\Delta d}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2} = k\pi$

$\Rightarrow \frac{\pi\Delta d}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2} = k\pi \Rightarrow \Delta d = \left(k \pm \frac{1}{2}\right)\lambda = (2k\pm1)\frac{\lambda}{2}$. *Chọn A*

Câu 3. Ở mặt nước có hai nguồn sóng dao động theo phương vuông góc với mặt nước, có cùng phương trình u = Acosωt. Trong miền gặp nhau của hai sóng, những điểm mà ở đó các phần tử nước dao động với biên độ cực đại sẽ có hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn đến đó bằng

A. một số lẻ lần nửa bước sóng.	B. một số nguyên lần bước sóng.

C. một số nguyên lần nửa bước sóng.	D. một số lẻ lần bước sóng.

Hướng dẫn giải

Hai nguồn cùng pha ⇒ $\Delta\varphi = 0$

Điểm M dao động với biên độ cực đại

$$\Leftrightarrow \cos\left(\frac{\pi\Delta d}{\lambda}+\frac{\Delta\varphi}{2}\right)=\pm1 \Rightarrow \frac{\pi\Delta d}{\lambda}+\frac{\Delta\varphi}{2}=k\pi \Rightarrow \Delta d = k\lambda$$

⇒ số nguyên lần bước sóng ⇒ ***Chọn B***

Câu 4: Hai sóng nước được tạo bởi các nguồn A, B có bước sóng như nhau và bằng 0,8m. Mỗi sóng riêng biệt gây ra tại M, cách A một đoạn d_1=3m và cách B một đoạn d_2 = 5m, dao động với biên độ bằng A. Nếu dao động tại các nguồn ngược pha nhau thì biên độ dao động tại M do cả hai nguồn gây ra là:

A. 0	B. A	C. 2A	D. 3A

Hướng dẫn giải

Do hai nguồn dao động ngược pha nên biên độ dao động tổng hợp tại M do hai nguồn gây ra có biểu thức: $A_M = 2A.\left|\cos\left(\frac{\pi(d_2-d_1)}{\lambda}\pm\frac{\pi}{2}\right)\right|$ thay các giá trị đã cho vào biểu thức này ta có : $A_M = 2A.\left|\cos\left(\frac{\pi(5-3)}{0,8}\pm\frac{\pi}{2}\right)\right| = 2A$

Chọn C

Câu 5: Tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 3cm trên mặt nước đặt hai nguồn kết hợp phát sóng ngang với cùng phương trình u = 2cos(100πt) mm, t tính bằng giây (s). Tốc độ truyền sóng trong nước là 20cm/s. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Phương trình sóng tại điểm M nằm trên mặt nước với S_1M = 5,3cm và S_2M = 4,8cm là

A. u = 4cos(100πt – 0,5π) mm	B. u = 2cos(100πt + 0,5π) mm

C. u = $2\sqrt{2}$cos(100πt – 24,25π) mm	D. u = $2\sqrt{2}$cos(100πt – 25,25π) mm

Hướng dẫn giải

Cách 1: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{50} = 0,4\text{cm}$

Phương trình tổng quát:

$$u_M = 2A\cos\left(\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}+\frac{\Delta\varphi}{2}\right)\cos\left(\omega t-\pi\frac{d_1-d_2}{\lambda}+\frac{\varphi_1+\varphi_2}{\lambda}\right)$$

$$u_M = 2.2\cos\left(\pi.\frac{5,3-4,8}{0,4}\right)\cos\left(100\pi t-\pi\frac{5,3+4,8}{0,4}\right)$$

$$= -4.\frac{\sqrt{2}}{2}\cos\left(100\pi t - \frac{101\pi}{4}\right) = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \frac{101\pi}{4} + \pi\right)$$

$$= 2\sqrt{2}\cos(100\pi - 24{,}25\pi)\text{cm}$$. *Chọn C*

Cách 2: $u_{AM} = 2\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) = 2\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi.5{,}3}{0{,}4}\right)$

$u_{AM} = 2\cos\left(100\pi - \frac{53\pi}{4}\right)$; $u_{BM} = 2\cos(100\pi t - 12\pi)$

$u_M = u_{AM} + u_{BM}$

Casio FX 570ES.

$2\angle -\frac{53\pi}{4} + 2\angle -12\pi = 2\sqrt{2}\angle -\frac{\pi}{4}$

$A = 2\sqrt{2}$ và $\varphi = -\frac{\pi}{4} = -24{,}25\pi$

Từ đó ta có phương trình như trên

Câu 6: Hai mũi nhọn S_1. S_2 cách nhau 8cm, gắn ở đầu một cầu rung có tần số f = 100Hz được đặt cho chạm nhẹ vào mặt một chất lỏng. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là v = 0,8m/s. Gõ nhẹ cho cần rung thì 2 điểm S_1, S_2 dao động theo phương thẳng đứng với phương trình dạng: $u = a\cos 2\pi ft$. Phương trình dao động của điểm M trên mặt chất lỏng cách đều S_1, S_2 một khoảng d = 8cm.

A. $u_M = 2a\cos(200\pi t - 20\pi)$.

B. $u_M = a\cos(200\pi t)$.

C. $u_M = 2a\cos(200\pi t - \frac{\pi}{2})$.

D. $u_M = a\cos(200\pi t + 20\pi)$.

Hướng dẫn giải

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{80}{100} = 0{,}8\text{cm}$

$u_{AM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = a\cos(\omega t - 20\pi)$; $u_{BM} = a\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = a\cos(\omega t - 20\pi)$

$u_M = u_{AM} + u_{BM}$

Nhập máy: $1\angle(-20\pi) + 1\angle(-20\pi) = 2$

Suy ra: $A = 2a$ và $\varphi = 0$

$u_M = 2a\cos(2\pi ft) = 2a\cos 200\pi t$. *Chọn B*

Câu 7: Trên mặt một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp cùng pha có biên độ a và 2a dao động vuông góc với mặt thoáng chất lỏng. Nếu cho rằng sóng truyền đi với biên độ không thay đổi thì tại một điểm cách hai nguồn những khoảng $d_1 = 12{,}75\lambda$ và $d_2 = 7{,}25\lambda$ sẽ có biên độ dao động a_0 là bao nhiêu?

A. $a_0 = a$.

B. $a \le a_0 \le 3a$

C. $a_0 = 2a$.

D. $a_0 = 3a$.

Hướng dẫn giải

Phương trình sóng tại M do A truyền tới: $u_{AM} = a\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{\Delta d_1}{\lambda}\right)$

Phương trình sóng tại M do B truyền tới: $u_{BM} = a\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{\Delta d_2}{\lambda}\right)$

$u_M = u_{AM} + u_{BM}$

$$A_M = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$= \sqrt{a^2 + 4a^2 + 4a^2\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}(12,75\lambda - 7,25\lambda)\right)} = a$$

Chọn A

Câu 8: Tại hai điểm A, B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng: $u_A = 4\cos(\omega t)$ cm; $u_B = 2\cos(\omega t + \frac{\pi}{3})$ cm. Coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Biên độ sóng tổng hợp tại trung điểm của đoạn AB

A. 0. B. $2\sqrt{7}$ cm. C. $2\sqrt{3}$ cm. D. 6cm.

Hướng dẫn giải

$d_1 = d_2 = d$

Phương trình sóng tại M do A ⇒ $u_{AM} = 4\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{\Delta d}{\lambda}\right)$

Phương trình sóng tại M do B ⇒ $u_{BM} = 2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3} - 2\pi\frac{\Delta d}{\lambda}\right)$

$A_M = \sqrt{4^2 + 2^2 + 2.2.4\cos\frac{\pi}{3}} = \sqrt{28} = 2\sqrt{7}$cm. *Chọn B*

Câu 9: Trên mặt nước nằm ngang, tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 8,2 cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng có tần số 15Hz và luôn dao động đồng pha. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 30cm/s, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn S_1S_2 là

A. 11. B. 8. C. 5. D. 9.

Hướng dẫn giải

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{15} = 2$cm

Hai nguồn cùng pha nên ta có:

$$\frac{-S_1S_2}{\lambda} < k < \frac{-S_1S_2}{\lambda} \Leftrightarrow \frac{-8,2}{2} < k < \frac{8,2}{2} \Leftrightarrow -4,1 < k < 4,1 \Rightarrow k = 9$$

Chọn D

Câu 10: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, hai nguồn A, B dao động ngược pha nhau với tần số f = 20 Hz, vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng v = 40 cm/s. Hai điểm M, N trên mặt chất lỏng có MA = 18 cm, MB =14 cm, NA = 15 cm, NB = 31 cm. Số đường dao động có biên độ cực đại giữa hai điểm M, N là

A. 9 đường. B. 10 đường. C. 11 đường. D. 8 đường.

Hướng dẫn giải

A, B dao động ngược pha

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{40}{20} = 2cm$

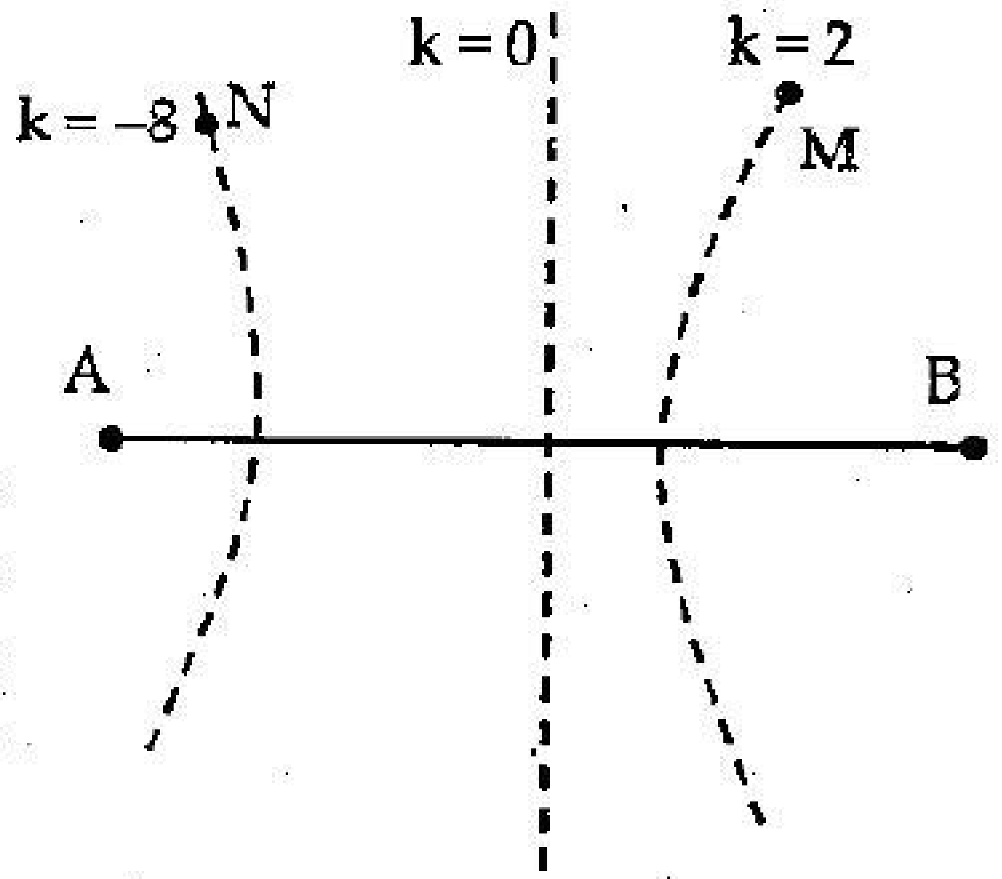
$MA - MB = 18 - 14 = 4 = 2\lambda$

M có biên độ cực tiểu ứng với $k = 2$

Tương tự: $NA - NB = 15 - 31 = -8\lambda$

$\Rightarrow$ N có biên độ cực tiểu ứng với $k = -8$

Giữa $k = 0$ và $k = 2$ có 2 đường dao động có biên độ cực đại; giữa $k = 0$ và $k = -8$ có 8 đường dao động có biên độ cực đại. Vậy giữa M và N có 10 đường dao động có biên độ cực đại. *Chọn B*



Câu 11: Trên mặt nước tại hai điểm S_1, S_2 người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 6\cos(40\pi t)$ và $u_B = 8\cos(40\pi t)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 40cm/s, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Trên đoạn thẳng S_1S_2, điểm dao động với biên độ 1cm và cách trung điểm của đoạn S_1S_2 một đoạn gần nhất là

A. 0,25 cm B. 0,5 cm C. 0,75 cm D. 1cm

Hướng dẫn giải

Nhận thấy $\sqrt{6^2 + 8^2} = 10mm = 1cm$ do đó sóng tổng hợp tại điểm gần O nhất phải vuông pha:

$$\begin{cases} \Delta\varphi_1 = \frac{2\pi d_1}{\lambda} = \pi d_1 \\ \Delta\varphi_2 = \frac{2\pi d_2}{\lambda} = \pi d_2 \end{cases} \Rightarrow \Delta\varphi_1 - \Delta\varphi_2 = \frac{\pi}{2} = \pi(d_1 - d_2) \Rightarrow \Delta d = 0{,}5cm.$$ *Chọn B*

Câu 12: Hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau một khoảng là 50 mm đều dao động theo phương trình $u = a\cos(200\pi t)$ mm trên mặt nước. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước v = 0,8 m/s và biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Điểm gần nhất dao động cùng pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách nguồn S_1 là

A. 32 mm B. 28 mm C. 24 mm D.12mm

Hướng dẫn giải

Biểu thức của nguồn sóng u = acos200πt

Bước sóng $\lambda = v/f = 0,8cm$

Xét điểm M trên trung trực của S_1S_2: $S_1M = BS_2 = d$ (cm) $\geq 2,5cm$

Biểu thức sóng tại M: $u_M = 2a\cos 200\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda})$.

Điểm M dao động cùng pha với nguồn khi

$\frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = k\lambda = 0,8k \geq 2,5 \Rightarrow k \geq 4.\ k_{min} = 4$

$d = d_{min} = 4x\ 0,8 = 3,2cm = 32$ mm. *Chọn đáp án A*

Câu 13: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn sóng kết hợp A và B cách nhau 10 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_A = 3\cos(40\pi t)$ và $u_B = 4\cos(40\pi t)$ (u_A và u_B tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30 cm/s. Hỏi trên đường Parabol có đỉnh I nằm trên đường trung trực của AB cách O một đoạn 10cm và đi qua A, B có bao nhiêu điểm dao động với biên độ bằng 5mm (O là trung điểm của AB):

A. 13 B. 14 C. 26 D. 28

Hướng dẫn giải

+ Vì parabol đi qua hai nguồn A,B nên số điểm có biên độ bằng 5mm nằm trên parabol không phụ thuộc vào vị trí đỉnh của parabol. Số điểm có biên độ bằng 5mm nằm trên parabol bằng hai lần số điểm có biên độ bằng 5mm nằm trên đường thẳng nối hai nguồn.

+ Phương trình sóng do nguồn A gây ra tại điểm M, nằm trên đường thẳng chứa hai nguồn có dạng: $u_{AM} = 3\cos\left(40\pi t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$

+ Phương trình sóng do nguồn B gây ra tại điểmM, nằm trên đường thẳng chứa hai nguồn có dạng: $u_{BM} = 4\cos\left(40\pi t + \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right)$

+ Phương trình sóng do nguồn A, B gây ra tại điểm M:

$$u_M = 3\cos\left(40\pi t + \frac{2\pi d}{\lambda}\right) + 4\cos\left(40\pi t + \frac{2\pi(l-d)}{\lambda}\right) = a\cos(40\pi t + \varphi)$$

Do biên độ hai nguồn khác nhau nên áp dụng công thức trong tổng hợp dao động điều hòa:

Với: $a = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2.3.4.\cos(\frac{2\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{2\pi d}{\lambda})}$

Để a = 5mm thì: $\cos\left(\frac{2\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{2\pi d}{\lambda}\right) = 0 \Rightarrow \frac{2\pi(l-d)}{\lambda} - \frac{2\pi d}{\lambda} = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

Thay: λ =15mm; l = 100mm và 0 < d < 100

Ta có: $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$. Tức là có 7 điểm có biên độ bằng 5mm.

Do đó trên đường parabol trên có 14 điểm có biên độ bằng 5mm. ***Chọn:B***

Chú ý: *Từ biểu thức biên độ a ta thấy:*

+ *Điểm có biên độ cực đại (gợn sóng): 7mm.*
+ *Điểm có biên độ cực tiểu: 1mm.*

Câu 14: Trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 40cm luôn dao động cùng pha, có bước sóng 6cm. Hai điểm CD nằm trên mặt nước mà ABCD là một hình chữ nhật, AD = 30cm. Số điểm cực đại và đứng yên trên đoạn CD lần lượt là :

A. 5 và 6 B. 7 và 6 C. 13 và 12 D. 11 và 10

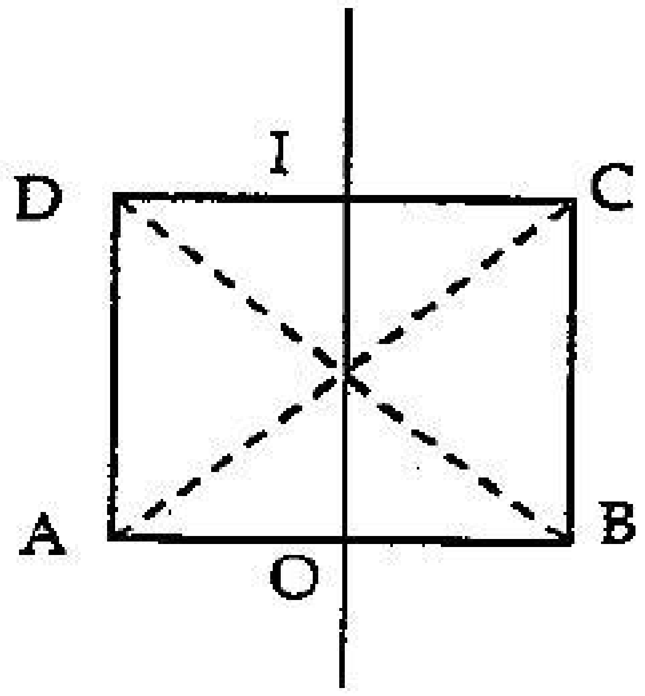
Hướng dẫn giải

$BD = AD = \sqrt{AB^2 + AD^2} = 50cm$

Do hai nguồn dao động cùng pha nên số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn CD thỏa mãn:

Số điểm cực đại trên đoạn CD thỏa mãn:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ AD - BD < d_2 - d_1 < AC - BC \end{cases}$$



Suy ra: $AD - BD < k\lambda < AC - BC$

Hay: $\dfrac{AD - BD}{\lambda} < k < \dfrac{AC - BC}{\lambda}$

Hay: $\dfrac{30 - 50}{6} < k < \dfrac{50 - 30}{6}$

Giải ra: $-3{,}3 < k < 3{,}3$. Kết luận có 7 điểm cực đại trên CD.

Số điểm cực tiểu trên đoạn CD thỏa mãn: $\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} \\ AD - BD < d_2 - d_1 < AC - BC \end{cases}$

Suy ra : $AD - BD < (2k + 1)\dfrac{\lambda}{2} < AC - BC$

Hay: $\dfrac{2(AD - BD)}{\lambda} < 2k + 1 < \dfrac{2(AC - BC)}{\lambda}$. Thay số :

$\dfrac{2(30 - 50)}{6} < 2k + 1 < \dfrac{2(50 - 30)}{6}$. Suy ra: $-6{,}67 < 2k + 1 < 6{,}67$

Vậy: $-3{,}8 < k < 2{,}835$. Kết luận có 6 điểm đứng yên. ***Chọn B.***

Câu 15: ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 20(cm) dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $U_A = 2.\cos(40\pi t)$ (mm) và $U_B = 2.\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Biết tốc độ truyền

MA - MB (K) < AB

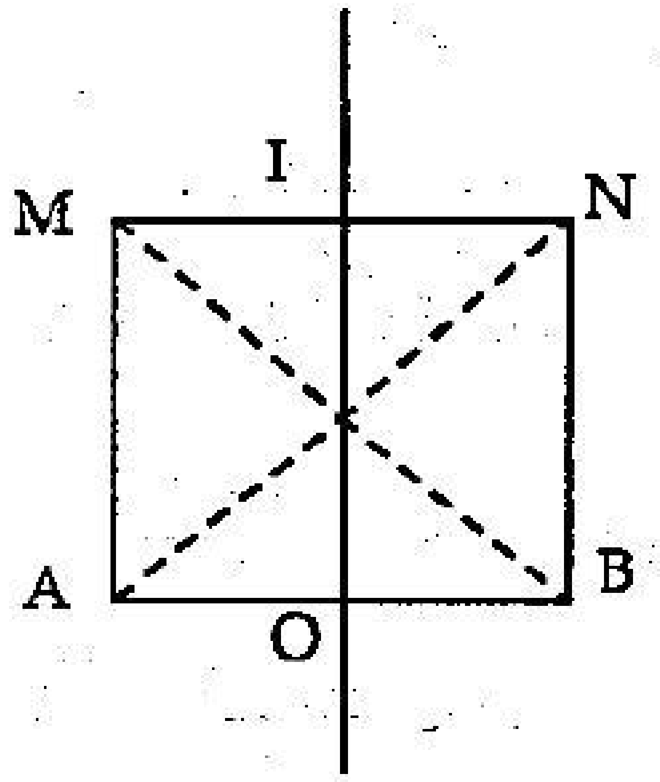
sóng trên mặt chất lỏng là 30(cm/s). Xét hình vuông ABCD thuộc mặt chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AM là :

A. 9 B. 8 C.7 D.6

Hướng dẫn giải

Số điểm (đường) dao động cực đại, cực tiểu giữa hai điểm M, N bất kỳ thỏa mãn:

$$\Delta dM \le (d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi} \le \Delta dN \quad (*)$$



(Hai điểm M, N cách hai nguồn lần lượt là d_{1M}, d_{2M}, d_{1N}, d_{2N}.)

Ta đặt $\Delta d_M = d_{1M} - d_{2M}$; $\Delta d_N = d_{1N} - d_{2N}$,

Giả sử: $\Delta d_M < \Delta d_N$

$$MB = \sqrt{AM^2 + AB^2} = 20\sqrt{2}\,(cm)$$

$$\text{Với } \omega = 40\pi(rad/s) \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{40\pi} = 0{,}05(s)$$

Vậy: $\lambda = v.T = 30.0{,}05 = 1{,}5cm$

Tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AM.

Do hai nguồn dao động ngược pha nên số cực đại trên đoạn AM thoả mãn:

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \\ BM - AM \le d_2 - d_1 < AB - 0 \end{cases}$$ (có ≤ vì M là điểm không thuộc A hoặc B)

Suy ra: $BM - AM \le (2k+1)\frac{\lambda}{2} < AB$. Hay: $\frac{2(BM - AM)}{\lambda} \le 2k+1 < \frac{2AB}{\lambda}$

Thay số: $\frac{2(20\sqrt{2} - 20)}{1{,}5} \le 2k+1 < \frac{2.20}{1{,}5} \Rightarrow 11{,}04 \le 2k+1 < 26{,}67$

Vậy: $5{,}02 \le k < 12{,}83 \Rightarrow k = 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$: có 7 điểm cực đại trên MA. *Chọn C.*

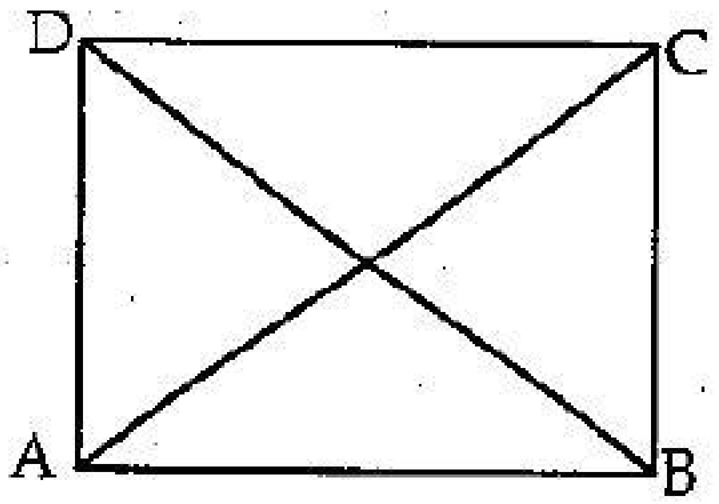
Câu 16: Tại mặt nước nằm ngang, có hai nguồn kết hợp A và B dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos(40\pi t + \pi/6)$ (cm), $u_2 = a_2\cos(40\pi t + \pi/2)$ (cm). Hai nguồn đó tác động lên mặt nước tại hai điểm A và B cách nhau 18 cm. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước v = 120 cm/s. Gọi C và D là hai điểm thuộc mặt nước sao cho ABCD là hình vuông. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn CD là

A. 4 B. 3 C. 2 D. 1

Hướng dẫn giải

Cách 1: Áp dụng công thức: (Cạnh CD // với nguồn AB):

$$-\frac{AB(\sqrt{2}-1)}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \le k \le \frac{AB(\sqrt{2}-1)}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$$



Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{120}{20} = 6cm$

Thế số vào ta được kết quả:

$$\frac{-18\left(\sqrt{2}-1\right)}{6}+\frac{\frac{\pi}{3}}{2\pi} \le k \le \frac{18\left(\sqrt{2}-1\right)}{6}+\frac{\frac{\pi}{3}}{2\pi}$$

$\Rightarrow 1,0759 \le k \le 1,4 \Rightarrow k = 0;1$.*Chọn C*

Cách 2: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{120}{20} = 6cm$.

Với 2 nguồn khác pha: Điểm M dao động với biên độ cực đại khi:

$$d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2\pi} \Leftrightarrow \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = k + \frac{\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}}{2\pi} = k + \frac{1}{6}$$

Xét điểm C: $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{18 - 18\sqrt{2}}{6} = -1,24$

Xét điểm D: $\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{18\sqrt{2}}{6} = 1,24$

Vậy $-1,24 \le k + \frac{1}{6} \le 1,24 \Leftrightarrow -1,4 \le k \le 1,07$

Câu 17: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước. Hai nguồn kết hợp A và B cùng pha. Tại điểm M trên mặt nước cách A và B lần lượt là $d_1 = 40cm$ và $d_2 = 36$ cm dao động có biên độ cực đại. Cho biết vận tốc truyền sóng là v = 40 cm/s, giữa M và đường trung trực của AB có một cực đại khác .Tại điểm N trên mặt nước cách A và B lần lượt là $d_1 = 35$ cm và $d_2 = 40$ cm dao động có biên độ như thế nào ?

A. cực tiểu thứ 3 B. cực tiểu thứ 4

C. cực đại thứ 3 D. cực đại thứ 4

Hướng dẫn giải

Tại M là cực đại nên: $d_2 - d_1 = k\lambda$ (1)

Giữa M và đường trung trực có một cực đại khác $\Rightarrow |k| = 2$ (Hay $k = -2$) (2)

Vậy từ (1) và (2) $\Rightarrow$ bước sóng: $\lambda = \frac{40-36}{2} = 2cm$

Tại N có $d_2 - d_1 = 40 - 35 = 5 \Rightarrow d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với $k = 2$.

Như vậy tại N có biên độ dao động cực tiểu (đường cực tiểu thứ 3)

Câu 18: Trên bề mặt chất lỏng cho 2 nguồn dao động vuông góc với bề mặt chất lỏng có phương trình dao động $u_A = 3\cos 10\pi t$ (cm) và $u_B = 5\cos(10\pi t + \pi/3)$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên dây là V = 50cm/s, AB = 30cm. Cho điểm C trên đoạn AB, cách A khoảng 18cm và cách B 12cm. Vẽ vòng tròn đường kính 10cm, tâm tại C. Số điểm dao động cực đại trên đường tròn là

A. 7 B. 6 C. 8 D. 4

Hướng dẫn giải

Ta có $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{50}{5} = 10cm$. Để tính số cực đại trên đường tròn thì ta tính số cực đại trên đường kính MN rồi nhân 2 vì mỗi cực đại trên MN sẽ cắt đường tròn tại 2 điểm ngoại trừ 2 điểm M và N chỉ cắt đường tròn tại một điểm. Áp dụng công thức $d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda$

Xét điểm P trong đoạn MN có khoảng cách tới các nguồn là d_2, d_1:

Ta có: $d_2 - d_1 = k\lambda + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\pi}\lambda = k\lambda + \frac{1}{6}\lambda$

Mặt khác:

$\Delta d_M = d_{2M} - d_{1M} = 17 - 13 = 4cm$; $\Delta d_M = d_{2M} - d_{1M} = 17 - 13 = 4cm$;

Vì điểm P nằm trong đoạn MN nên ta có $\Delta d_N \le d_2 - d_1 \le \Delta d_M$

$\Leftrightarrow -16 \le k\lambda + \frac{1}{6}\lambda \le 4 \Leftrightarrow \frac{-16}{\lambda} - \frac{1}{6} \le k \le \frac{4}{\lambda} - \frac{1}{6} \Leftrightarrow -1,8 \le k \le 0,23$

Mà k nguyên $\Rightarrow$ k= −1, 0 $\Rightarrow$ có 2 cực đại trên MN $\Rightarrow$ có 4 cực đại trên đường tròn

Chọn D

Câu 19: Trên bề mặt chất lỏng có 2 nguồn phát sóng kết hợp O_1 và O_2 dao động đồng pha, cách nhau một khoảng O_1O_2 bằng 40cm. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có f = 10Hz, vận tốc truyền sóng v = 2m/s. Xét điểm M thuộc mặt nước nằm trên đường thẳng vuông góc với O_1O_2 tại O_1. Đoạn O_1M có giá trị lớn nhất là bao nhiêu để tại M có dao động với biên độ cực đại:

A. 20cm B. 50cm C. 40cm D. 30cm

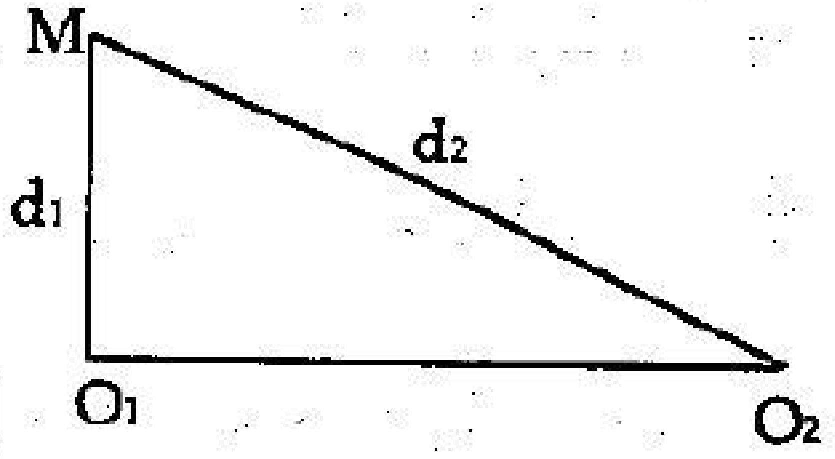
Hướng dẫn giải

Bước sóng $\lambda = v/f = 20cm$; $O_1M = d_1$ (cm); $O_2M = d_2$ (cm)

Tam giác O_1O_2M là tam giác vuông tại O_1

Giả sử biểu thức của nguồn sóng: $u = a\cos\omega t = a\cos 20\pi t$

Sóng truyền từ O_1; O_2 đến M:



$u_{1M} = a\cos(20\pi t - \frac{2\pi d_1}{\lambda})$;

$u_{2M} = a\cos(20\pi t - \frac{2\pi d_2}{\lambda})$

$u_M = 2a\cos\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\cos\left[20\pi t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right]$

M là điểm có biên độ cực đại: $\cos\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = \pm 1 \Rightarrow \frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} = k\pi$

$d_2 - d_1 = k\lambda$, với k nguyên dương: $d_2 - d_1 = 20k$ (1)

$d_2^2 - d_1^2 = O_1O_2^2 = 1600$

$\Rightarrow (d_1 + d_2)(d_2 - d_1) = 20k(d_1 + d_2) = 1600 \Rightarrow d_1 + d_2 = \frac{80}{k}$ (2)

Lấy (2) – (1), ta suy ra: $d_1 = \frac{40}{k} - 10k$ với k nguyên dương.

$\Rightarrow d_1 = d_{1max}$ khi $k = 1 \Rightarrow d_{1max} = 30$ cm. *Chọn D*

Câu 20: Có hai nguồn dao động kết hợp S_1 và S_2 trên mặt nước cách nhau 8cm có phương trình dao động lần lượt là $u_{S_1} = 2\cos(10\pi t - \frac{\pi}{4})$ (mm) và $u_{S_2} = 2\cos(10\pi t + \frac{\pi}{4})$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 10cm/s. Xem biên độ của sóng không đổi trong quá trình truyền đi. Điểm M trên mặt nước cách S_1 khoảng $S_1M = 10$cm và S_2 khoảng $S_2M = 6$cm. Điểm dao động cực đại trên S_2M xa S_2 nhất là

A. 3,07cm. B. 2,33cm. C. 3,57cm. D. 6cm.

Hướng dẫn giải

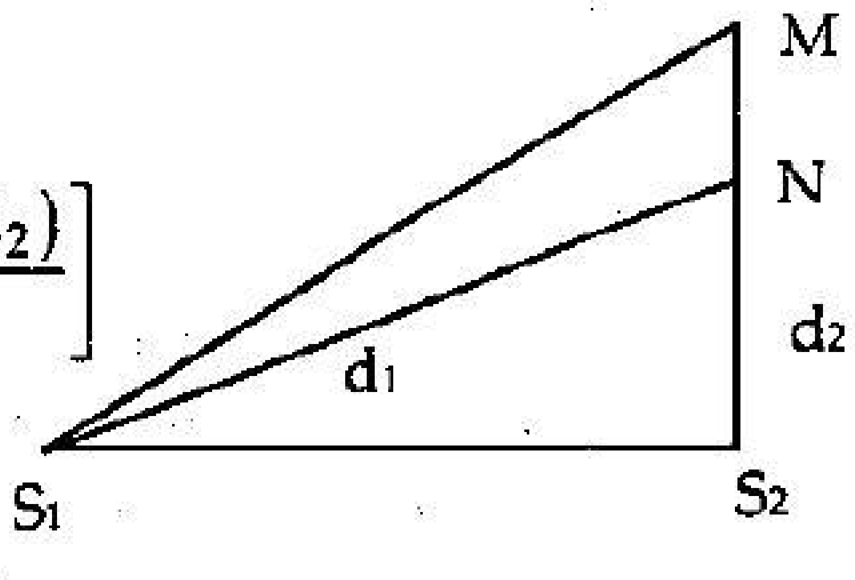
Bước sóng $\lambda = v/f = 2$cm

Xét điểm C trên BN: $S_1N = d_1$; $S_2N = d_2$ ($0 \le d_2 \le 6$ cm)

Tam giác S_1S_2M là tam giác vuông tại S_{21}

Sóng truyền từ S_1; S_2 đến N: $u_{1N} = 2\cos(10\pi t - \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi d_1}{\lambda})$ (mm)

$u_{2N} = 2\cos(10\pi t + \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi d_2}{\lambda})$ (mm)



$$u_N = 4\cos\left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{4}\right]\cos\left[10\pi - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right]$$

N là điểm có biên độ cực đại:

$$\cos\left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{4}\right] = \pm 1 \Rightarrow \left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{4}\right] = k\pi$$

$$\frac{d_1 - d_2}{2} - \frac{1}{4} = k \Rightarrow d_1 - d_2 = \frac{4k - 1}{2} \quad (1)$$

$$d_1^2 - d_2^2 = S_1S_2^2 = 64 \Rightarrow d_1 + d_2 = \frac{64}{d_1 - d_2} = \frac{128}{4k - 1} \quad (2)$$

Lấy (2) – (1), ta suy ra $d_2 = \frac{64}{4k-1} - \frac{4k-1}{4} = \frac{256 - (4k-1)^2}{4(4k-1)}$; k nguyên dương

$\Rightarrow 0 \le d_2 \le 6 \Rightarrow 0 \le d_2 = \dfrac{256-(4k-1)^2}{4(4k-1)} \le 6$ đặt $X = 4k-1$

$\Rightarrow 0 \le \dfrac{256-X^2}{4X} \le 6 \Rightarrow X \ge 8 \Rightarrow 4k-1 \ge 8 \Rightarrow k \ge 3$

Điểm N có biên độ cực đại xa S_2 nhất ứng với giá trị nhỏ nhất của k: $k_{min} = 3$

Khi đó $d_2 = \dfrac{256-(4k-1)^2}{4(4k-1)} = \dfrac{256-11^2}{44} = 3,068 \approx 3,07\,(cm)$. *Chọn đáp án A*

Câu 21: Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp A và B dao động cùng pha, cùng tần số, cách nhau AB = 8cm tạo ra hai sóng kết hợp có bước sóng λ = 2cm. Trên đường thẳng (Δ) song song với AB và cách AB một khoảng là 2cm, khoảng cách ngắn nhất từ giao điểm C của (Δ) với đường trung trực của AB đến điểm M dao động với biên độ cực tiểu là

A. 0,43 cm.

B. 0,5 cm.

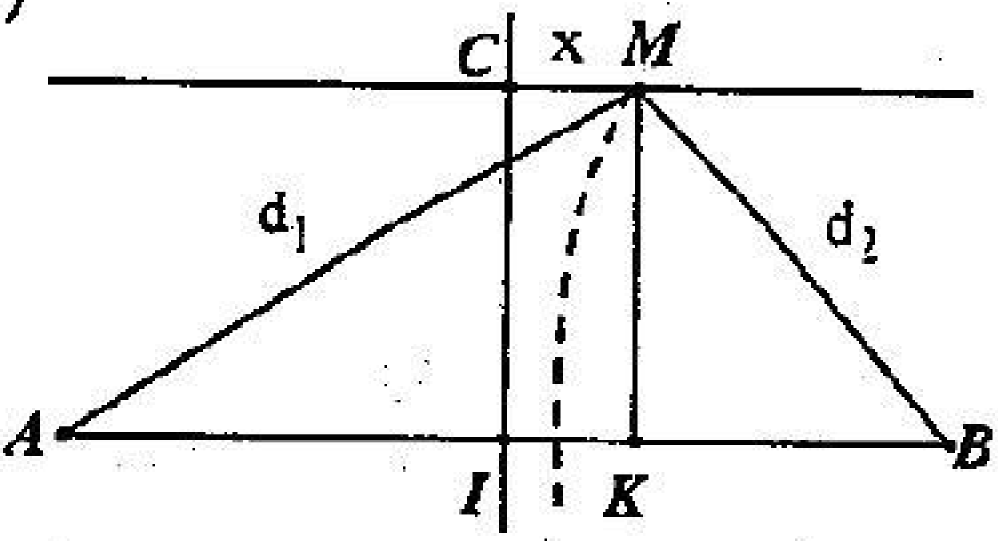
C. 0,56 cm.

D. 0,64 cm.

Hướng dẫn giải

M dao động cực tiểu gần C nhất nên M thuộc cực tiểu k = 0

Lúc đó: $d_1 - d_2 = (k + \frac{1}{2})\lambda = \frac{1}{2}\lambda$ (1)



Gọi x là khoảng cách từ M đến C:

$d_1 = \sqrt{(AI+x)^2 + MK^2}$;

$d_2 = \sqrt{(BI-x)^2 + MK^2}$;

thay vào (1):

$$d_1 - d_2 = \sqrt{\left(AI + x^2\right) + MK^2} - \sqrt{(BI-x)^2 + MK^2} = \frac{\lambda}{2}$$

Thay số vào giải phương trình:

$d_1 - d_2 = \sqrt{(4+x)^2 + 2^2} - \sqrt{(4-x)^2 + 2} = 1 \Rightarrow x = 0,56cm$. *Chọn C*

Câu 22: Hai nguồn S_1 và S_2 dao động theo các phương trình $u_1 = a_1\cos(80\pi t)$cm, $u_2 = a_2\cos(80\pi t + \pi/4)$cm trên mặt nước. Xét về một phía đường trung trực của S_1S_2 ta thấy vân bậc n đi qua điểm M có hiệu số $MS_1 - MS_2 = 13,5$ cm và vân bậc n + 2 (cùng loại với vân n) đi qua điểm M' có $M'S_1 - M'S_2 = 21,5$ cm. Tìm tốc độ truyền sóng trên mặt nước, các vân là cực đại hay cực tiểu?

A. 25cm/s, cực tiểu

B. 160 cm/s, cực tiểu

C. 25cm/s, cực đại

D. 160cm/s, cực đại

Hướng dẫn giải

Xét $(d_1 - d_2) = MS_1 - MS_2 = 13,5 = n\lambda$

và $(d'_1 - d'_2) = M'S_1 - M'S_2 = 21,5 = (n+2)\lambda$

Ta có: $2\lambda = 8 \Rightarrow \lambda = 4$ (cm). Vậy $v = \lambda.f = 4.40 = 160$(cm/s)

Dùng công thức: $\Delta\varphi_M = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) + \Delta\varphi$ với $\Delta\varphi = \pi/4$

$$\Rightarrow \Delta\varphi_M = \frac{2\pi}{4}.13,5 + \frac{\pi}{4} = 6,5\pi = (k + 0,5\pi)$$

Vậy các vân là cực tiểu ⇒ *Chọn B*

Câu 23: Tại hai điểm A và B trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với các phương trình lần lượt là $u_1 = a_1\cos(50\pi t + \pi/2)$ và $u_2 = a_2\cos(50\pi t + \pi)$. Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1(m/s). Một điểm M trên mặt chất lỏng cách các nguồn lần lượt là d_1 và d_2. Xác định điều kiện để M nằm trên đường cực đại? (với k là số nguyên)

A. $d_1 - d_2 = 4k + 2$ (cm) B. $d_1 - d_2 = 4k + 1$ (cm)

C. $d_1 - d_2 = 4k - 1$ (cm) D. $d_1 - d_2 = 2k - 1$ (cm)

Hướng dẫn giải

Bước sóng $\lambda = v/f = 100/25 = 4$(cm).

Dùng công thức $(d_1 - d_2) = (\Delta\varphi_M - \Delta\varphi)\frac{\lambda}{2\pi}$

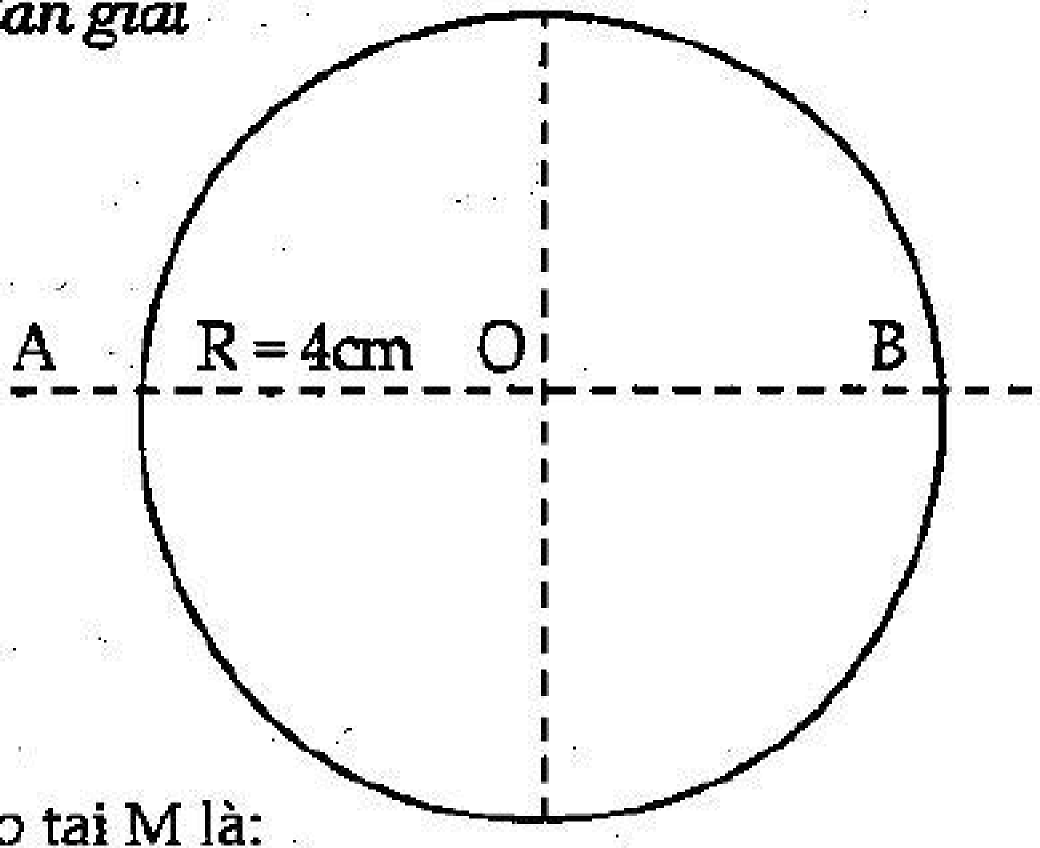
Vì M nằm trên đường cực đại nên $\Delta\varphi_M = 2k\pi$

$$\Rightarrow (d_1 - d_2) = \left(2k\pi - \frac{\pi}{2}\right)\frac{4}{2\pi} = 4k - 1$$ ⇒ *Chọn C*

Câu 24: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 10 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình lần lượt là $u_A = 3\cos(40\pi t + \pi/6)$ (cm); $u_B = 4\cos(40\pi t + 2\pi/3)$ (cm). Cho biết tốc độ truyền sóng là 40 cm/s. Một đường tròn có tâm là trung điểm của AB, nằm trên mặt nước, có bán kính R = 4cm. Số điểm dao động với biên độ 5 cm có trên đường tròn là

A. 30 B. 32 C. 34 D. 36

Hướng dẫn giải



Phương trình sóng tại M do sóng tại A truyền đến là:

$$u_{AM} = 3\cos(40\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi d_1}{\lambda})$$

Phương trình sóng tại M do sóng tại B truyền đến là:

$$u_{BM} = 4\cos(40\pi t + \frac{2\pi}{3} - \frac{2\pi d_2}{\lambda})$$

Phương trình sóng tổng quát tổng hợp tại M là:

$$u_M = u_{AM} + u_{BM} = 3\cos(40\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{2\pi d_1}{\lambda}) + 4\cos(40\pi t + \frac{2\pi}{3} - \frac{2\pi d_2}{\lambda})$$

Biên độ sóng tổng hợp tại M là: (Áp dụng công thức dao động điều hòa)

$$A = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2.3.4\cos\left(\frac{2\pi}{3} - \frac{2\pi d_1}{\lambda} - \left(\frac{\pi}{6} - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)\right)}$$

$$= \sqrt{3^2 + 4^2 + 2.3.4\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\right)}$$

Biên độ sóng tổng hợp tại M bằng 5 khi: $\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\right) = 0$

Khi đó: $\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\frac{\pi}{2} - 2\pi\left(\frac{d_2}{\lambda} - \frac{d_1}{\lambda}\right) = \frac{\pi}{2} - k\pi$

Do đó: $d_2 - d_1 = k\frac{\lambda}{2}$; Mà $-8 \le d_2 - d_1 \le 8 \Leftrightarrow -8 \le k\frac{\lambda}{2} \le 8 \Leftrightarrow -8 \le k \le 8$

Tương tự tại hai điểm M và N ở hai đầu bán kính là điểm dao động với biên độ bằng 5cm

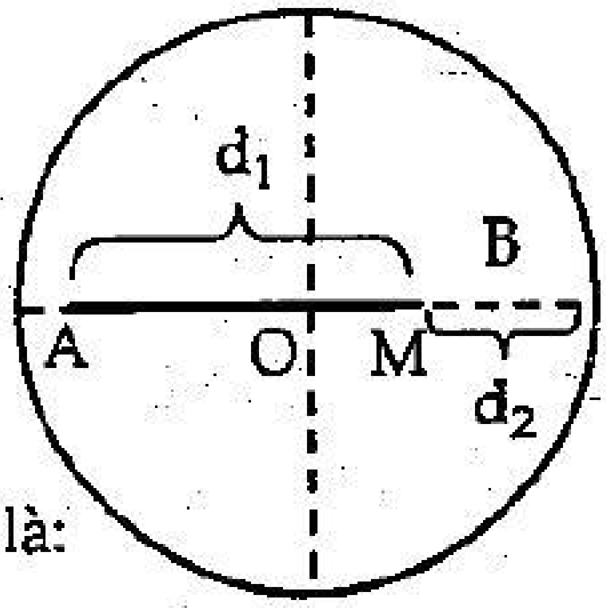
Nên số điểm dao động với biên độ 5cm là: n = 17x2 – 2 = 32.

Chọn B

Câu 25: Ở mặt nước có hai nguồn sóng cơ A và B cách nhau 15 cm, dao động điều hòa cùng tần số, cùng pha theo phương vuông góc với mặt nước. Điểm M nằm trên AB, cách trung điểm O là 1,5 cm, là điểm gần O nhất luôn dao động với biên độ cực đại. Trên đường tròn tâm O, đường kính 20cm, nằm ở mặt nước có số điểm luôn dao động với biên độ cực đại là

A. 18. B. 16. C. 32. D. 17.

Hướng dẫn giải



Sóng tại M có biên độ cực đại khi $d_2 - d_1 = k\lambda$

Ta có $d_1 = 15/2 + 1,5 = 9$cm; $d_2 = 15/2 - 1,5 = 6$cm

Khi đó $d_2 - d_1 = 3$.

Với điểm M gần O nhất chọn k = 1.

Khi đó ta có: $\lambda = 3$cm.

Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AB là:

$- AB <, d_2 - d_1 < AB$

Hay $-15 < k\lambda < 15 \Leftrightarrow -5 < k < 5$

Vậy số điểm dao động với biên độ cực đại trên đường tròn tâm O bán kính 20cm là: 9 đường x 2 = 18 cực đại

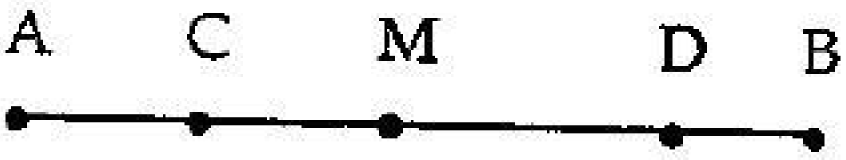
(Vì mỗi đường cực đại cắt đường tròn tại 2 điểm)

Câu 26: Tại 2 điểm A,B trên mặt chất lỏng cách nhau 16cm có 2 nguồn phát sóng kết hợp dao động theo phương trình $u_1 = a\cos 30\pi t$, $u_b = b\cos\left(30\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 30cm/s. Gọi C, D là 2 điểm trên đoạn AB sao cho AC = DB = 2cm. Số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn CD là:

A. 12 B. 11 C. 10 D. 13

Hướng dẫn giải

Cách 1: Bước sóng $\lambda = v/f = 2$ cm.



Xét điểm M trên AB: AM = d ($2 \le d \le 14$ cm)

$$u_{1M} = a\cos(30\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}) = a\cos(30\pi t - \pi d)$$

$$u_{2M} = b\cos(30\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi(16-d)}{\lambda}) = b\cos(30\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi d}{\lambda} - \frac{32\pi}{\lambda})$$

$$= b\cos(30\pi t + \frac{\pi}{2} + \pi d - 16\pi) \text{ mm}$$

Điểm M dao động với biên độ cực tiểu khi u_{1M} và u_{2M} ngược pha với nhau

$$2\pi d + \frac{\pi}{2} = (2k+1)\pi \Rightarrow d = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + k = \frac{3}{4} + k$$

$$2 \le d = \frac{3}{4} + k \le 14 \Rightarrow 1{,}25 \le k \le 13{,}25 \Rightarrow 2 \le k \le 13.$$

Có 12 giá trị của k. *Chọn A.*

Số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn CD là 12

Cách 2: Cách khác: $\lambda = \frac{v}{f} = 2$cm. Số điểm dao động cực tiểu trên CD là:

$$-\frac{CD}{\lambda} - \frac{\Delta\varphi}{2\pi} - \frac{1}{2} \le k \le \frac{CD}{\lambda} - \frac{\Delta\varphi}{2\pi} - \frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{12}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \le k \le \frac{12}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \Leftrightarrow -6{,}75 \le k \le 5{,}25$$

có 12 cực tiểu trên đoạn CD.

Câu 27: Trên mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp S_1, S_2 dao động với phương trình tương ứng $u_1 = a\cos\omega t$ và $u_2 = a\sin\omega t$. Khoảng cách giữa hai nguồn là $S_1S_2 = 3{,}25\lambda$. Trên đoạn S_1S_2, số điểm dao động với biên độ cực đại và cùng pha với u_1 là:

A. 3 điểm B. 4 điểm. C. 5 điểm. D. 6 điểm.

Hướng dẫn giải

Xét điểm M trên S_1S_2: $S_1M = d$ ($0 \le d \le 3{,}25\lambda$)

$$u_{1M} = a\cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}); \quad u_2 = a\sin\omega t = a\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$u_{2M} = a\cos[\omega t - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi(3,25\lambda - d)}{\lambda}] = a\cos(\omega t - \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi d}{\lambda} - 6,5\pi)$$

$$= a\cos(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda} - 7\pi)$$

$$u_{2M} = a\cos(\omega t + \frac{2\pi d}{\lambda} - \pi)$$

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)\cos\omega t$$

Để M là điểm dao động với biên độ cực đại và cùng pha với u_1 thì u_{1M} và u_{2M} cùng pha với nhau và cùng pha với nguồn u_1

$$\frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \Rightarrow d = k\lambda \quad 0 \le k\lambda \le 3,25\lambda \Rightarrow \ 0 \le k \le 3$$

$$\frac{2\pi d}{\lambda} - \pi = 2k\pi \Rightarrow d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 0 \le 2k+1 \le 6,5 \Rightarrow 0 \le k \le 2$$

$\Rightarrow 0 \le \ k \le 2$ Có 3 giá trị của k.

Trên đoạn S_1S_2, số điểm dao động với biên độ cực đại và cùng pha với u_1 là 3 (Kể cả S_1). ***Đáp án A***

Câu 28: Hai nguồn sóng kết hợp trên mặt nước cách nhau một đoạn $S_1S_2 = 9\lambda$ phát ra dao động cùng pha nhau. Trên đoạn S_1S_2, số điểm có biên độ cực đại cùng pha với nhau và cùng pha với nguồn (không kể hai nguồn) là:

A.6 B.10 C.8 D.12

Hướng dẫn giải

Giả sử phương trình dao động của hai nguồn $u_1 = u_2 = A\cos\omega t$.

Xét điểm M trên S_1S_2 với $S_1M = d_1$; $S_2M = d_2$.

$$\Rightarrow \ u_{1M} = A\cos(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda});\ u_{2M} = A\cos(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}).$$

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\cos(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda})$$

$$= 2A\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\cos(\omega t - 9\pi)$$

Để M là điểm dao động với biên độ cực đại, cùng pha với nguồn thì

$$\cos\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = -1$$

$$\Rightarrow \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = (2k+1)\pi \Rightarrow \ d_2 - d_1 = (2k+1)\lambda \ \text{ và } d_1 + d_2 = 9\lambda \Rightarrow \ d_1 = (4-k)\lambda$$

$0 < d_1 = (4-k)\lambda < 9\lambda \Rightarrow -5 < k < 4 \Rightarrow$ Do đó có 8 giá trị của k.

Chọn C

Chuyên đề 3

SÓNG ÂM

1. Sóng âm – cảm giác âm:

- ***Sóng âm*** là những dao động cơ truyền trong các môi trường khí, lỏng, rắn. Trong chất lỏng và chất khí sóng âm là sóng dọc, trong chất rắn sóng âm gồm cả sóng ngang và sóng dọc.
- ***Phân loại:***

- Sóng âm có tần số từ 16Hz đến 20000Hz là những *âm nghe được* và thường gọi là *âm thanh*.
- Sóng âm có tần số nhỏ hơn 16Hz gọi là *hạ âm*.
- Sóng âm có tần số lớn hơn 20000Hz gọi là *siêu âm*.

Tai người không nghe được hạ âm và siêu âm.

Những âm có tần số xác định (*hay đồ thị dao động của âm biến thiên tuần hoàn*) thì gọi là **nhạc âm**, còn những âm có tần số không xác định (*hay đồ thị dao động của âm biến thiên không tuần hoàn*) thì gọi là **tạp âm**.

2. Các đặc tính vật lí:

a. Tần số âm: Tần số âm bằng tần số dao động của nguồn

b. Cường độ âm – Mức cường độ âm:

+ **Cường độ âm:** $\boxed{I = \frac{P}{S} = \frac{W}{S.t}}$. (Đơn vị : w/m^2) ;

P là năng lượng dao động âm truyền qua diện tích S trong 1s (còn gọi là công suất âm) ; S là diện tích vuông góc với phương truyền âm.

+ **Mức cường độ âm:** là đại lượng dùng để so sánh độ to của âm với cường độ âm chuẩn, có đơn vị là *ben*(B).

Công thức định nghĩa mức cường độ âm là: $\boxed{L(B) = \lg\frac{I}{I_0}}$ vì 1B = 10 dB nên khi dùng đơn vị đêxiben(dB)

Ta có công thức: $\boxed{L(dB) = 10.\lg\frac{I}{I_0}}$. Mức cường độ âm thường gặp có trị số vào khoảng từ 20dB đến 100dB.

c. Đồ thị dao động âm: Tổng hợp quy luật dao động âm của tất cả các họa âm trong một nhạc âm cho ta đồ thị dao động âm của nhạc âm đó. Dụng cụ khảo sát đồ thị dao động âm là dao động kí điện tử, nguyên lý hoạt động là biến dao động âm thành dao động điện.

3. *Các đặc tính sinh lí:*

a. ***Độ cao của âm:*** Độ cao của âm là đặc tính sinh lý của âm do tần số âm quyết định , âm cao thì có tần số lớn hơn âm trầm (thấp).

b. ***Âm sắc:*** Âm sắc do quy luật biến thiên tuần hoàn của các họa âm (đồ thị dao động âm) quyết định.

c. ***Độ to của âm:***

- Ở một tần số xác định, cường độ âm càng lớn, cho ta cảm giác nghe thấy âm càng to. Tuy nhiên *độ to của âm không tỉ lệ với thuận với cường độ âm , mà nó còn phụ thuộc vào tần số của âm.*
- Để âm thanh gây ra được cảm giác âm, cường độ âm phải lớn hơn một giá trị cực tiểu nào đó gọi là *ngưỡng nghe. Ngưỡng nghe thay đổi theo tần số của âm, với* $f = 1000Hz$ *thì ngưỡng nghe là* $I_{min} = I_0 = 10^{-12}$ W/m²*(còn gọi là cường độ âm chuẩn)*
- Khi cường độ âm lên đến 10W/m² (ứng với mức cường độ âm 130dB) đối với mọi tần số của âm đều gây cảm giác nhức nhối, rất khó chịu. Giá trị này của cường độ âm gọi là *ngưỡng đau* .
- Độ to của âm *phụ thuộc vào tần số âm và cường độ âm hay mức cường độ âm.* Độ to của âm ứng với một tần số xác định bởi: $\Delta I = I - I_{min}$. *Miền nghe được* của âm nằm trong khoảng từ I_{min} đến I_{max}.
- Tai người nghe được âm có mức cường độ âm từ 0 (dB) đến 130 (dB) .

4. ***Công suất của nguồn âm*** (nguồn điểm): $P = S.I = 4\pi R^2.I$
(R là bán kính mặt sóng cầu)

5. ***Nếu nguồn phát âm là nguồn điểm*** phát âm có định hướng theo hình quạt cầu thì S là diện tích chỏm cầu: $S = 2\pi.R.h$

với $h = R - R\cos\frac{\alpha}{2} = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$

⇒ **Công suất nguồn âm là:** $P = 2\pi R^2\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right).I$

VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Một người gõ mạnh vào đường ray xe lửa. Một người khác ở cách xa người này 1,1 km áp tai vào đường ray. Hai âm mà người quan sát nghe được trong thép và trong không khí cách nhau 3s. Tính vận tốc âm trong thép biết vận tốc âm trong không khí là 340 m/s.

A. $v_t = 4657$ m/s B. $v_t = 4675$ m/s C. $v_t = 5657$ m/s D. $v_t = 4557$ m/s

Phân tích:

Khi người này gõ mạnh vào đường ray, lúc này sóng âm truyền trong hai môi trường. Môi trường thứ nhất là môi trường không khí. Sóng âm truyền trong môi *trường này là sóng dọc. Môi trường thứ hai là môi trường rắn (ở đây là thanh ray). Sóng âm truyền trong môi trường này là sóng ngang.*

Người này nghe hai âm cách nhau 3s là do vận tốc mà sóng truyền trong hai môi trường là khác nhau. Môi trường rắn truyền nhanh hơn nên người này nghe âm trong chất rắn trước, sau đó 3s thì sóng âm truyền trong không khí mới truyền tới.

Hướng dẫn giải:

Gọi thời gian truyền âm trong thép: $t_1 = \frac{l}{v_t}$

Thời gian truyền âm trong không khí: $t_2 = \frac{l}{v_k}$

Theo đề bài, ta có: $t_2 - t_1 = \frac{l}{v_k} - \frac{l}{v_t} = 3$

$\Rightarrow l\left(\frac{1}{v_k} - \frac{1}{v_t}\right) = 3 \Rightarrow v_t = \frac{v_k l}{l - 3v_k} = 4675\,m/s$. *Chọn B*

Ví dụ 2: Một nguồn sóng âm được đặt trong nước. Biết khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất dao động ngược pha nhau là 1m và vận tốc truyền âm trong nước là $1,8.10^3$m/s. Tần số của sóng âm đó là

A. 0,6kHz B. 1,8kHz C. 0,9kHz D. 3,2kHz

Hướng dẫn giải:

Độ lệch pha của hai điểm dao động ngược pha: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta d}{\lambda} = (2k+1)\pi$

$\Rightarrow \Delta d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \Delta d_{min} = \frac{\lambda}{2} = 1 \Rightarrow \lambda = 2m$

Tần số của sóng âm: $\Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1,8.10^3}{2} = 900Hz$. *Chọn C*

Ví dụ 3: Một sóng âm có tần số xác định truyền trong không khí và trong nước với vận tốc lần lượt là 330 m/s và 1452 m/s. Khi sóng âm đó truyền từ nước ra không khí thì bước sóng của nó sẽ

A. giảm 4,4 lần B. giảm 4 lần C. tăng 4,4 lần D. tăng 4 lần

Hướng dẫn giải:

Vận tốc truyền âm trong nước: $v_n = \lambda_n f$

Vận tốc truyền âm trong không khí: $v_{kk} = \lambda_{kk} f \Rightarrow \frac{\lambda_n}{\lambda_{kk}} = \frac{v_n}{v_{kk}} = \frac{1452}{330} = 4,4$

$\Rightarrow$ Truyền từ nước ra không khí $\Rightarrow$ bước sóng giảm $\Rightarrow$ *Chọn A*

Ví dụ 4: Một sóng âm truyền trong thép với tốc độ 5400 m/s. Nếu độ lệch pha của sóng âm đó ở hai điểm gần nhau nhất cách nhau 1 m trên cùng một phương truyền sóng là π/3 thì tần số của sóng bằng

A. 2500 Hz. B. 1250 Hz. C. 5000 Hz. D. 900 Hz.

Hướng dẫn giải:

Độ lệch pha của hai sóng: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \Delta d = \frac{\lambda}{6} = \frac{v}{6f}$

Tần số âm cần tìm: $f = \frac{v}{6\Delta d} = \frac{5000}{6.1} = 900\text{Hz}$. ***Chọn D***

Ví dụ 5: Hai họa âm liên tiếp do một dây đàn phát ra hơn kém nhau là 56Hz. Họa âm thứ 3 có tần số là :

A. 168 Hz. B. 56 Hz. C. 84 Hz. D. 140 Hz.

Hướng dẫn giải:

Gọi f_{n+1} là họa âm bậc (n + 1) với $f_{n+1} = (n+1)f_0$

Gọi f_n là họa âm bậc n với $f_n = nf_0$

Theo bài ra ta có: $f_{n+1} - f_n = (n+1)f_0 - nf_0 = f_0 = 56\text{Hz}$

⇒ họa âm bậc 3: $f_3 = 3f_0 = 3.56 = 168$ Hz ⇒ ***Chọn A***

Ví dụ 6: Tại một điểm A nằm cách nguồn âm N (Nguồn điểm) một khoảng NA = 1 m, có mức cường độ âm là $L_A = 90$ dB. Biết ngưỡng nghe của âm đó là $I_0 = 0{,}1$n W/m². Cường độ của âm đó tại A là:

A. $I_A = 0{,}1$ nW/m². B. $I_A = 0{,}1$ mW/m².

C. $I_A = 0{,}1$ W/m². D. $I_A = 0{,}1$ GW/m².

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại A được tính theo công thức: $L_A = 10\log\frac{I_A}{I_O} = 90$

$\Rightarrow \frac{I_A}{I_0} = 10^9 \Rightarrow I_A = 10^9.I_0 = 10^9.10^{-10} = 10^{-1}\frac{W}{m^2} = 0{,}1\frac{W}{m^2}$. ***Chọn C***

Ví dụ 7: Xét điểm M ở trong môi trường đàn hồi có sóng âm truyền qua. Mức cường độ âm tại M là L (dB). Nếu cường độ âm tại điểm M tăng lên 100 lần thì mức cường độ âm tại điểm đó bằng

A. 100L (dB). B. L + 100 (dB). C. 20L (dB). D. L + 20 (dB).

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại điểm M có cường độ âm I_M và $I'_M = 100I_M$

$$\begin{cases} I_M \Rightarrow L = 10\log\dfrac{I}{I_0} \\ I'_M = 100I_M \Rightarrow L' = 10\log\dfrac{I'_M}{I_0} = 10\log\dfrac{100I_M}{I_0} = 10\log 100 + 10\log\dfrac{I_M}{I_0} = 20 + L \end{cases}$$

⇒ tăng thêm 20 dB ⇒ *Chọn D*

Ví dụ 8: Tiếng la hét 100 dB có cường độ lớn gấp tiếng nói thầm 20 dB bao nhiêu lần?

A. 5 lần. B. 80 lần. C. 10^6 lần. D. 10^8 lần.

Hướng dẫn giải:

Gọi L_{LH} và I_{LH} là mức cường độ âm và cường độ âm của tiếng la hét.

Gọi L_{TT} và I_{TT} là mức cường độ âm và cường độ âm của tiếng thầm thì.

$$L_{LH} = 10\log\frac{I_{LH}}{I_0} \text{ và } L_{TT} = 10\log\frac{I_{TT}}{I_0}$$

$$\Rightarrow L_{LH} - L_{TT} = 10\log\frac{I_{LH}}{I_{TT}} = 100 - 20 = 80 \Rightarrow \frac{I_{LH}}{I_{TT}} = 10^8 \Rightarrow I_{LH} = 10^8 I_{TT}$$

Chọn D

Ví dụ 9: Nguồn âm S phát ra một âm có công suất P không đổi, truyền đẳng hướng về mọi phương. Tại điểm A cách S một đoạn R_A = 1m, mức cường độ âm là 70 dB. Giả sử môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại điểm B cách nguồn một đoạn 10 m là

A. 40 dB. B. 60 dB. C. 50 dB. D. 30 dB.

Hướng dẫn giải:

Theo đề ra, ta có: OA = R_A =1m

Mức cường độ âm tại A và B lần lượt là:

$$L_A = 10\log\frac{I_A}{I_0} \text{ và } L_B = 10\log\frac{I_B}{I_0}$$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B là:

$$L_A - L_B = 10\log\frac{I_A}{I_B} = 10\log\left(\frac{OB}{OS}\right)^2 = 10\log\left(\frac{10}{1}\right)^2 = 20$$

$L_B = L_A - 20 = 70 - 20 = 50\text{dB}$. ***Chọn C***

Ví dụ 10: Ba điểm O, A, B cùng nằm trên một nửa đường thẳng xuất phát từ O. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại A là 60 dB, tại B là 20 dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

A. 26 dB. B. 17 dB. C. 34 dB. D. 40 dB.

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại A và B lần lượt là: $L_A = 10\log\frac{I_A}{I_0}$ và $L_B = 10\log\frac{I_B}{I_0}$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B:

$$L_A - L_B = 10\log\frac{I_A}{I_B} = 60 - 20 = 40 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^4 = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \Rightarrow R_B = 100R_A$$

Theo bài ra: M là trung điểm AB $\Rightarrow$ MA = MB

$$\Leftrightarrow OM - OA = OB - OM \Rightarrow 2OM = OA + OB \Leftrightarrow OM = \frac{OA + OB}{2}$$

$$\Rightarrow R_M = \frac{R_A + R_B}{2} = \frac{R_A + 100R_A}{2} = \frac{101R_A}{2} \Rightarrow \frac{R_M}{R_A} = \frac{101}{2}$$

Hiệu mức cường độ âm tại A và M

$$L_A - L_M = 10\log\frac{I_A}{I_M} = 10\log\left(\frac{R_M}{R_A}\right)^2 = 10\log\left(\frac{101}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow L_M = L_A - 10\log\left(\frac{101}{2}\right)^2 = 60 - 10\log\left(\frac{101}{2}\right)^2 = 26\text{dB}$$ *Chọn A*

Ví dụ 11: Tại điểm O trong môi trường đẳng hướng, không hấp thụ âm, có 2 nguồn âm điểm, giống nhau với công suất phát âm không đổi. Tại điểm A có mức cường độ âm 20 dB. Để tại trung điểm M của đoạn OA có mức cường độ âm là 30 dB thì số nguồn âm giống các nguồn âm trên cần đặt thêm tại O bằng

A. 4. B. 3. C. 5. D. 7.

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại M khi tại O có hai nguồn âm:

$$L_M - L_A = 10\log\frac{I_M}{I_A} = 10\log\left(\frac{OA}{OM}\right)^2 = 10\log\left(\frac{2OM}{OM}\right)^2 = 10\log 4$$

$$L_M = L_A + 10\log 4 = 20 + 10\log 4 = 26\text{dB}$$

Gọi P và I là công suất và cường độ âm của mỗi nguồn.

Khi đó ta có: $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi R^2}$

Gọi I_M, L_M là cường độ âm và mức cường độ âm tại M khi tại O có 2 nguồn điểm.

Gọi I'_M, L'_M là cường độ âm và mức cường độ âm tại M khi tại O có n nguồn điểm.

$$L'_M - L_M = 10\log\frac{I'_M}{I_M} = 30 - 26 = 4 \Rightarrow \frac{I'_{M=10^{0,4}}}{I_M}$$

Ta có: $I_M = \frac{2P}{4\pi R^2}$ và $I'_M = \frac{nP}{4\pi R^2}$

$\Rightarrow \frac{I'_M}{I_M} = \frac{nP}{2P} = \frac{n}{2} = 10^{0,4} \Rightarrow n = 2.10^{0,4} = 5$

⇒ Tại O có tất cả 5 nguồn âm nên suy ra cần đặt thêm 5 – 2 = 3 nguồn âm nữa để tại M có mức cường độ âm là 30dB. *Chọn B*

Ví dụ 12: Nguồn âm tại O có công suất không đổi. Trên cùng đường thẳng qua O có ba điểm A, B, C cùng nằm về một phía của O và theo thứ tự có khoảng cách tới nguồn tăng dần. Mức cường độ âm tại B kém mức cường độ âm tại A là a (dB), mức cường độ âm tại B hơn mức cường độ âm tại C là 3a (dB). Biết $OA = \frac{2}{3}OB$. Tính tỉ số $\frac{OC}{OA}$

A. $\frac{81}{16}$ B. $\frac{9}{4}$ C. $\frac{27}{8}$ D. $\frac{32}{27}$

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại A, B và C lần lượt là:

$$L_A = 10\log\frac{I_A}{I_0};\ L_B = 10\log\frac{I_B}{I_0} \text{ và } L_C = 10\log\frac{I_C}{I_0}$$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B

$$L_A - L_B = 10\log\frac{I_A}{I_B} = a \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^{\frac{a}{10}} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4} \qquad (1)$$

Hiệu mức cường độ âm tại B và C

$$L_B - L_C = 10\log\frac{I_B}{I_C} = 3a \Rightarrow \frac{I_B}{I_C} = 10^{\frac{3a}{10}} = \left(\frac{R_C}{R_B}\right)^2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có: $\frac{I_A}{I_B}.\frac{I_B}{I_C} = 10^{\frac{a}{10}}.10^{\frac{3a}{10}} \Rightarrow \frac{I_A}{I_C} = 10^{\frac{2a}{5}} = \left(\frac{R_C}{R_A}\right)^2$

$$\Rightarrow \frac{R_C}{R_A} = 10^{\frac{a}{5}} = 10^{\frac{2a}{10}} = \left(10^{\frac{a}{10}}\right)^2 = \left(\frac{9}{4}\right)^2 = \frac{81}{16}$$ *Chọn A*

Ví dụ 13: Một người đứng giữa hai loa A và B. Khi loa A bật thì người đó nghe được âm có mức cường độ 76dB. Khi loa B bật thì nghe được âm có mức cường độ 80 dB. Nếu bật cả hai loa thì nghe được âm có mức cường độ bao nhiêu?

A. 4dB B. 81,46dB C. 66,19dB D. 62,5dB

Hướng dẫn giải:

Gọi I_1 và I_2 là cường độ âm loa A và loa B.

Khi đó cường độ âm khi bật cả hai loa là: $I = I_1 + I_2$

Theo bài ra, ta có :

Mức cường độ âm khi bật loa A: $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0} = 76 \Rightarrow I_1 = 10^{7,6}I_0$

Mức cường độ âm khi bật loa B: $L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0} = 80 \Rightarrow I_2 = 10^{8}I_0$

Mức cường độ âm khi bật cả loa A và loa B:

$\Rightarrow L = 10\lg\frac{I_1 + I_2}{I_0} = 10\lg(10^{7,6} + 10^{8}) = 81,46$ dB. *Chọn B*

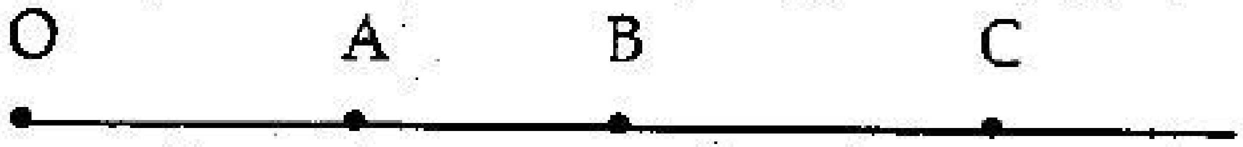
Ví dụ 14: Cho 3 điểm A, B, C thẳng hàng, theo thứ tự xa dần nguồn âm. Mức cường độ âm tại A, B, C lần lượt là 40dB; 35,9dB và 30dB. Khoảng cách giữa AB là 30m và khoảng cách giữa BC là

A. 78m B. 108m C. 40m D. 65m

Hướng dẫn giải:

Giả sử nguồn âm tại O có công suất P

Cường độ âm tại một điểm bất kì cách nguồn một khoảng R:



$I = \frac{P}{4\pi R^2}$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B

$L_A - L_B = 10\lg\frac{I_A}{I_B} = 4,1\text{ dB} \Rightarrow 2\lg\frac{R_B}{R_A} = 0,41 \Rightarrow R_B = 10^{0,205}R_A$

Hiệu mức cường độ âm tại A và C

$L_A - L_C = 10\lg\frac{I_A}{I_C} = 10\text{ dB} \Rightarrow 2\lg\frac{R_C}{R_A} = 1 \Rightarrow R_C = 10^{0,5}R_A$

Theo bài ra, ta có:

$R_B - R_A = (10^{0,205} - 1)R_A = AB = 30\text{m} \Rightarrow R_A = 49,73$ m

$R_C - R_B = (10^{0,5} - 10^{0,205})R_A \Rightarrow BC = (10^{0,5} - 10^{0,205})\,49,73 = 78$ m

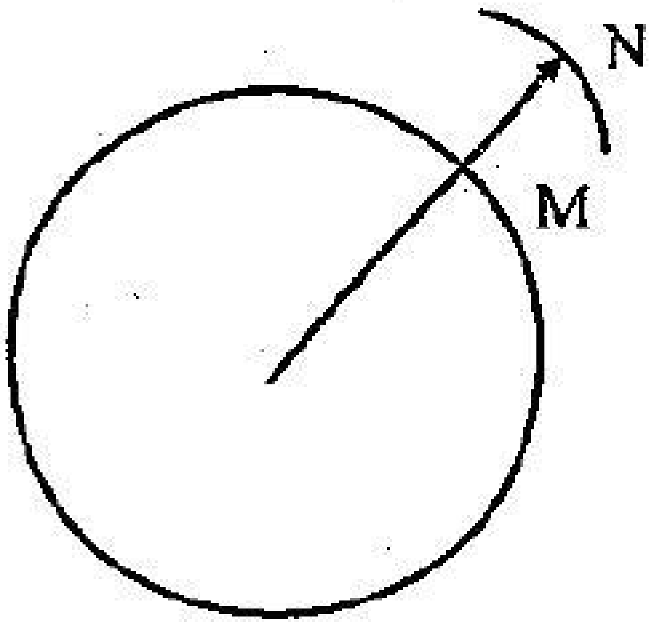
Chọn A

Ví dụ 15: Tại một điểm trên mặt phẳng chất lỏng có một nguồn dao động tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Coi môi trường tuyệt đối đàn hồi. M và N là 2 điểm trên mặt chất lỏng, cách nguồn lần lượt là R_1 và R_2. Biết biên độ dao động của phần tử tại M gấp 4 lần tại N. Tỉ số $\frac{R_1}{R_2}$ bằng

A. 1/4 B. 1/16 C. ½ D. 1/8

Phân tích và hướng dẫn giải:

Năng lượng sóng cơ tỉ lệ với bình phương biên độ, tại một điểm trên mặt phẳng chất lỏng có một nguồn dao động tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng thì năng lượng sóng truyền đi sẽ được phân bố đều cho đường tròn (tâm tại nguồn sóng). Công suất từ nguồn truyền đến cho 1 đơn vị dài vòng tròn tâm O bán kính R là $\frac{E_0}{2\pi R}$



Suy ra $\frac{E_M}{E_N} = \frac{A_M^2}{A_N^2} = \frac{\frac{E_0}{2\pi R_M}}{\frac{E_0}{2\pi R_N}} = \frac{R_N}{R_M} = \frac{R_2}{R_1}$

Vậy $\frac{R_2}{R_1} = \frac{A_M^2}{A_N^2} = 4^2 = 16 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{16}$

Ví dụ 16: Công suất âm thanh cực đại của một máy nghe nhạc gia đình là 10W. Cho rằng cứ truyền trên khoảng cách 1m, năng lượng âm bị giảm 5% so với lần đầu do sự hấp thụ của môi trường truyền âm.

Biết $I_0 = 10^{-12}$W/m². Nếu mở to hết mức thì mức cường độ âm ở khoảng cách 6m là:

A. 102 dB B. 107 dB C. 98 dB D. 89 dB

Hướng dẫn giải:

Cường độ âm phát đi từ nguồn điểm được xác định là: $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2}$

Năng lượng âm giảm nên công suất giảm theo quan hệ: P = E/t, cứ 1m thì giảm 5% hay

$$\frac{E_0 - E_1}{E_0} = 0{,}05 \Rightarrow \frac{E_1}{E_0} = 0{,}95 \Rightarrow \frac{E_6}{E_0} = (0{,}95)^6 \Rightarrow P_6 = P_0.(0{,}95)^6$$

Vậy mức cường độ âm tại vị trí cách nguồn âm 6m là:

$$L = 10\log\frac{P_0.(0{,}95)^6}{4\pi d^2.I_0} = 102\text{dB}$$. *Chọn A*

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 1. Khi sóng âm truyền từ môi trường không khí vào môi trường nước thì

A. chu kỳ của nó tăng. B. tần số của nó không thay đổi.

C. bước sóng của nó giảm. D. bước sóng của nó không thay đổi.

Hướng dẫn giải:

Khi sóng âm truyền từ môi trường không khí vào môi trường nước thì

A. (sai) vì chu kỳ của nó không đổi

B. (đúng) tần số của nó không thay đổi.

C. (sai) vì bước sóng của nó tăng.

D. (sai) vì bước sóng của nó tăng.

Chọn B.

Câu 2. Khi nói về sóng âm, phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Ở cùng một nhiệt độ, tốc độ truyền sóng âm trong không khí nhỏ hơn tốc độ truyền sóng âm trong nước.

B. Sóng âm truyền được trong các môi trường rắn, lỏng và khí.

C. Sóng âm trong không khí là sóng dọc.

D. Sóng âm trong không khí là sóng ngang

Hướng dẫn giải:

Khi nói về sóng âm, phát biểu **sai** là:

D. **Sai**, vì sóng âm trong không khí là sóng dọc. ***Chọn D***

Câu 3: Kết luận nào **không** đúng với âm nghe được?

A. Âm nghe càng cao nếu chu kỳ âm càng nhỏ.

B. Âm nghe được là các sóng cơ có tần số từ 16 Hz đến 20000 Hz.

C. Âm sắc, độ to, độ cao, cường độ và mức cường độ âm là các đặc trưng sinh lí của âm.

D. Âm nghe được có cùng bản chất với siêu âm và hạ âm.

Hướng dẫn giải:

Kết luận **không** đúng với âm nghe được là:

A. Âm nghe càng cao nếu chu kì âm càng nhỏ *(tần số càng cao)*. **Đúng**

B. Âm nghe được là các sóng cơ có tần số từ 16 Hz đến 20000 Hz. **Đúng**

C. **Sai**, vì cường độ và mức cường độ âm là các đặc trưng vật lí của âm.

D. Âm nghe được có cùng bản chất với siêu âm và hạ âm. **Đúng**

Chọn C

Câu 4: Âm sắc là một đặc trưng sinh lí của âm nó phụ thuộc vào

A. Đồ thị dao động của âm.

B. Biên độ dao động của âm.

C. Cường độ âm.

D. Tần số dao động của âm.

Hướng dẫn giải:

Chọn A

Câu 5: Âm sắc là một đặc tính sinh lý của âm có thể giúp ta phân biệt được hai âm loại nào trong các loại dưới đây ?

A. Có cùng biên độ phát ra trước hay sau bởi cùng một nhạc cụ.

B. Có cùng biên độ phát ra bởi hai nhạc cụ khác nhau.

C. Có cùng tần số phát ra bởi hai nhạc cụ khác nhau.

D. Có cùng tần số phát ra trước hay sau bởi cùng một nhạc cụ.

Hướng dẫn giải:

Âm sắc là một đặc tính sinh lý của âm có thể giúp ta phân biệt được hai âm **Có cùng tần số phát ra bởi hai nhạc cụ khác nhau.**

Chọn C

Câu 6: Phát biểu nào sau đây **không đúng** ?

A. Về bản chất vật lí thì sóng âm, sóng siêu âm, sóng hạ âm đều là sóng cơ.

B. Sóng siêu âm là sóng âm mà tai người không nghe thấy được.

C. Dao động âm có tần số trong miền từ 16Hz đến 20kHz.

D. Sóng âm là sóng dọc.

Hướng dẫn giải:

Sóng âm là sóng dọc hay sóng ngang tùy thuộc vào môi trường truyền âm.

Chọn D

Câu 7: Giọng nữ thường cao hơn giọng nam là do

A. Số họa âm lớn hơn.
B. Tần số âm lớn hơn.
C. Cường độ âm lớn hơn.
D. Mức cường độ âm lớn hơn.

Hướng dẫn giải:

Giọng cao hay thấp phụ thuộc vào tần số. **Chọn B**

Câu 8: Điều nào sau đây là đúng khi nói về hai âm có cùng độ cao ?

A. Hai âm đó có cùng biên độ.
B. Hai âm đó có cùng tần số.
C. Hai âm đó có cùng cường độ âm.
D.Hai âm có cùng mức cường độ âm

Hướng dẫn giải:

Hai âm có cùng độ cao thì cùng tần số.

Chọn B

Câu 9: Tốc độ lan truyền âm thanh **không** phụ thuộc vào

A. khối lượng riêng của môi trường.
B. tốc độ của nguồn âm.
C. nhiệt độ môi trường.
D. tính đàn hồi của môi trường.

Hướng dẫn giải:

Tốc độ lan truyền âm thanh **không** phụ thuộc vào tốc độ của nguồn âm mà chỉ phụ thuộc vào môi trường truyền âm.

Chọn B

Câu 10: Chọn kết luận sai ?

A. Hạ âm là âm có tần số thấp dưới 16Hz, tai người không nghe được.

B. Siêu âm là âm truyền với tốc độ lớn, tai người không nghe được.

C. Âm thanh là thuật ngữ chỉ âm mà tai người nghe được.

D. Âm chuẩn là âm có tần số 1000 Hz.

Hướng dẫn giải:

Siêu âm là sóng âm có tần số lớn hơn 2000Hz, tai người không nghe được.

Chọn B

Câu 11: Sóng âm truyền trong không khí đến tai người. Tai có thể cảm nhận được âm có chu kỳ bằng?

A. 0,25 s B. 0,5 ns C. 4ms D. 5ms

Hướng dẫn giải:

Tai ta cảm nhận được âm có tần số từ 16 đến 20000 Hz

A. Với T = 0,25s $\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,25} = 4Hz \Rightarrow$ hạ âm

B. Với T = 0,5ns = 0,5.10 – 9s $\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5.10^{-9}} = 2.109Hz \Rightarrow$ siêu âm

C. Với T = 4ms = 4.10 – 3s $\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4.10^{-3}} = 250Hz \Rightarrow$ âm nghe được

D. Với T = 5ms = 5.10 – 6s $\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5.10^{-6}} = 2.105Hz \Rightarrow$ siêu âm

Chọn C

Câu 12. Một lá thép mỏng, một đầu cố định, đầu còn lại được kích thích để dao động với chu kỳ không đổi và bằng 0,08 s. Âm do lá thép phát ra là

A. Hạ âm B. Siêu âm C. Âm nghe được D. Đáp án khác

Hướng dẫn giải:

Tần số dao động của lá thép: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,08} = 12,5Hz \Rightarrow$ Hạ âm $\Rightarrow$ ***Chọn A***

Câu 13. Một sóng âm truyền trong thép với vận tốc 5000m/s. Nếu độ lệch của sóng âm đó ở hai điểm gần nhau nhất cách nhau 1m trên cùng một phương truyền sóng là $\pi/2$ thì tần số của sóng bằng:

A. 1000 Hz B. 1250 Hz C. 5000 Hz D. 2500 Hz.

Hướng dẫn giải:

Độ lệch pha của hai sóng: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Delta d = \frac{\lambda}{4} = \frac{v}{4f}$

Tần số âm cần tìm: $f = \frac{v}{4\Delta d} = \frac{5000}{4.1} = 1250Hz$. ***Chọn B***

Câu 14: Người ta tạo được nguồn sóng âm tần số 612Hz trong nước, vận tốc âm trong nước là 1530m/s. Khoảng cách giữa 2 điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng dao động ngược pha bằng:

A. 3m B. 1,25m C. 2m D. 2,5m

Hướng dẫn giải:

Khoảng cách giữa 2 điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng dao động ngược pha thỏa mãn:

$\Delta d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \Delta d_{min} = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} = \frac{1530}{2.612} = 1{,}25m(k=0)$. *Chọn B*

Câu 15: Đơn vị đo cường độ âm là

A. Oát trên mét (W/m).
B. Ben (B).
C. Niuton trên mét vuông (N/m²).
D. Oát trên mét vuông (W/m²).

Hướng dẫn giải:

Cường độ âm được xác định theo công thức:

$I = \frac{W}{S.t} = \frac{P}{S} = \frac{\text{oat}}{\text{mét vuông}} = \frac{W}{m^2}$. *Chọn D*

Câu 16: Tại một vị trí trong môi trường truyền âm, khi cường độ âm tăng gấp 10 lần giá trị cường độ âm ban đầu thì mức cường độ âm

A. giảm đi 10 B.
B. tăng thêm 10 B.
C. tăng thêm 10 dB.
D. giảm đi 10 dB.

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại điểm có cường độ âm I và I′ = 10I

$$\begin{cases} I \Rightarrow L = 10\log\frac{I}{I_0} \\ I' = 10I \Rightarrow L' = 10\log\frac{I'}{I_0} = 10\log\frac{10I}{I_0} = 10\log 10 + 10\log\frac{I}{I_0} = 10 + L \end{cases}$$

⇒ tăng thêm 10dB ⇒ *Chọn C*

Câu 17: Một nguồn điểm O phát sóng âm có công suất không đổi trong một môi trường truyền âm đẳng hướng và không hấp thụ âm. Hai điểm A, B cách nguồn âm lần lượt là r_1 và r_2. Biết cường độ âm tại A gấp 4 lần cường độ âm tại B. Tỉ số $\frac{r_2}{r_1}$ bằng

A. 4.
B. 2.
C. 1/2.
D. 1/4.

Hướng dẫn giải:

Theo bài ta :

$I_A = 4I_B \Leftrightarrow \frac{P}{S_A} = 4\frac{P}{S_B} \Leftrightarrow S_B = 4S_A \Leftrightarrow 4\pi r_2^2 = 4.4\pi r_1^2 \Leftrightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = 4 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = 2$

Chọn B

Câu 18. Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Cường độ âm tại N lớn hơn cường độ âm tại M.

A. 10000 lần B. 1000 lần C. 40 lần D. 2 lần

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại M và N lần lượt là: $L_M = 10\log\frac{I_M}{I_0}$ và $L_N = 10\log\frac{I_N}{I_0}$

Hiệu mức cường độ âm tại N và M:

$L_N - L_M = 10\log\frac{I_N}{I_M} = 80 - 40 = 40 \Rightarrow \frac{I_N}{I_M} = 10^4 \Rightarrow I_N = 10^4 I_M$. ***Chọn A***

Câu 19: Tại N có một nguồn âm nhỏ phát sóng âm đến M thì tại M ta đo được mức cường độ âm là 30 dB. Nếu tại M đo được mức cường độ âm là 40 dB thì tại N ta phải đặt tổng số nguồn âm giống nhau là

A. n = 20 nguồn B. n = 50 nguồn C. n = 10 nguồn D. n = 100 nguồn

Hướng dẫn giải:

Gọi P và I là công suất và cường độ âm của mỗi nguồn.

Khi đó ta có: $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi R^2}$

Gọi I_M, L_M là cường độ âm và mức cường độ âm tại M khi tại O có 2 nguồn điểm.

Gọi I'_M, L'_M là cường độ âm và mức cường độ âm tại M khi tại O có n nguồn điểm.

$L'_M - L_M = 10\log\frac{I'_M}{I_M} = 40 - 30 = 10 \Rightarrow \frac{I'_M}{I_M} = 10$

Ta có: $I_M = \frac{P}{4\pi R^2}$ và $I'_M = \frac{nP}{4\pi R^2} \Rightarrow \frac{I'_M}{I_M} = \frac{nP}{P} = n = 10$

⇒ Tại O có tất cả 10 nguồn âm. ***Chọn C***

Câu 20: Nguồn âm S phát ra một âm có công suất P không đổi, truyền đẳng hướng về mọi phương. Tại điểm A cách S một đoạn R_A = 10 m, mức cường độ âm là 70 dB. Giả sử môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ tại điểm B cách nguồn một đoạn 1 m là:

A. 30dB B. 50dB C. 70dB D. 90dB

Hướng dẫn giải:

Theo để ra, ta có: OA = R_A =10m

Mức cường độ âm tại A và B lần lượt là: $L_A = 10\log\frac{I_A}{I_B}$ và $L_B = 10\log\frac{I_B}{I_0}$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B là:

$$L_A - L_B = 10\log\frac{I_A}{I_B} = 10\log\left(\frac{OB}{OA}\right)^2 = 10\log\left(\frac{1}{10}\right)^2 = -20$$

$L_B = L_A + 20 = 70 + 20 = 90dB$. *Chọn D*

Câu 21: Một sóng âm truyền trong không khí. Mức cường độ âm tại điểm M và tại điểm N lần lượt là 40 dB và 80 dB. Cường độ âm tại N lớn hơn cường độ âm tại M

A. 40 lần. B. 1000 lần. C. 2 lần. D. 10000 lần.

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại M và N lần lượt là:

$$L_M = 10\log\frac{I_M}{I_0} \text{ và } L_N = 10\log\frac{I_N}{I_0}$$

Hiệu mức cường độ âm tại N và M là:

$$L_N - L_M = 10\log\frac{I_N}{I_M} = 80 - 40 = 40 \Rightarrow \frac{I_N}{I_M} = 10^4 \Rightarrow I_N = 10^4 I_M$$

Chọn D

Câu 22: Tại 1 điểm A nằm cách xa nguồn âm N (coi như nguồn điểm) 1 khoảng NA = 1m có mức cường độ âm là $L_A = 90$ dB. Biết ngưỡng nghe của âm đó là $I_o = 10^{-10}$ W/m². Xét điểm B nằm trên đường NA và cách N khoảng NB = 10 m. Cường độ âm tại B là:

A. 9.10^{-3} W/m². B. 9.10^{-2} W/m². C. 10^{-2} W/m². D. 10^{-3} W/m².

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại A và B lần lượt là: $L_A = 10\log\frac{I_A}{I_0}$ và $L_B = 10\log\frac{I_B}{I_0}$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B là:

$$L_A - L_B = 10\log\frac{I_A}{I_B} = 10\log\left(\frac{NB}{NA}\right)^2 = 10\log\left(\frac{10}{1}\right)^2 = 20$$

Mức cường độ âm tại B: $L_B = L_A - 20 = 90 - 20 = 70dB$

Cường độ âm tại B:

$$L_B = 10\log\frac{I_B}{I_0} = 70 \Rightarrow I_B = 10^7.I_0 = 10^7.10^{-10} = 10^{-3}\frac{W}{m^2}$$. *Chọn D*

Câu 23. Ba điểm O, A, B cùng nằm trên một nửa đường thẳng xuất phát từ O. Tại O đặt một nguồn điểm phát sóng âm đẳng hướng ra không gian, môi trường không hấp thụ âm. Mức cường độ âm tại A là 100 dB, tại B là 40 dB. Mức cường độ âm tại trung điểm M của đoạn AB là

A. 46 dB. B. 34 dB. C. 70 dB. D. 43 dB.

Hướng dẫn giải:

Mức cường độ âm tại A và B lần lượt là: $L_A = 10\log\frac{I_A}{I_0}$ và $L_B = 10\log\frac{I_B}{I_0}$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B

$$L_A - L_B = 10\log\frac{I_A}{I_B} = 100 - 40 = 60 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^6 = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \Rightarrow R_B = 1000R_A$$

Theo bài ra: M là trung điểm AB ⇒ MA = MB

$$\Leftrightarrow OM - OA = OB - OM \Leftrightarrow 2OM = OA + OB \Leftrightarrow OM = \frac{OA + OB}{2}$$

$$\Rightarrow R_M = \frac{R_A + R_B}{2} = \frac{R_A + 1000R_A}{2} = \frac{1001R_A}{2} \Rightarrow \frac{R_M}{R_A} = \frac{1001}{2}$$

Hiệu mức cường độ âm tại A và M

$$L_A - L_M = 10\log\frac{I_A}{I_M} = 10\log\left(\frac{R_M}{R_A}\right)^2 = 10\log\left(\frac{1001}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow L_M = L_A - 10\log\left(\frac{1001}{2}\right)^2 = 1000 - 10\log\left(\frac{1001}{2}\right)^2 = 46dB$$. ***Chọn A***

Câu 24: Một dàn loa phát âm thanh đẳng hướng. Mức cường độ âm đo được tại các điểm cách loa một khoảng a và 2a lần lượt là 50dB và L. Giá trị của L là

A. 25,0dB. B. 44,0dB C. 49,4dB. D. 12,5dB.

Hướng dẫn giải:

Gọi mức cường độ âm tại điểm cách loa một khoảng a là L_a.

Gọi mức cường độ âm tại điểm cách loa một khoảng 2a là L_{2a}.

Hiệu mức cường độ âm tại hai điểm đó là:

$$L_a - L_{2a} = 10\log\frac{I_a}{I_{2a}} = 10\log\left(\frac{R_{2a}}{a}\right)^2 = 10\log\left(\frac{2a}{a}\right)^2 = 10\log 4$$

$L_{2a} = L_a - 10\log 4 = 50 - 10\log 4 = 49,4dB$. ***Chọn C***

Câu 25. Hai điểm M và N nằm ở cùng 1 phía của nguồn âm , trên cùng 1 phương truyền âm có mức cường độ âm tại M và N lần lượt là: $L_M = 30$ dB; $L_N = 10$ dB . Nếu nguồn âm đó đặt tại M thì mức cường độ âm tại N khi đó là

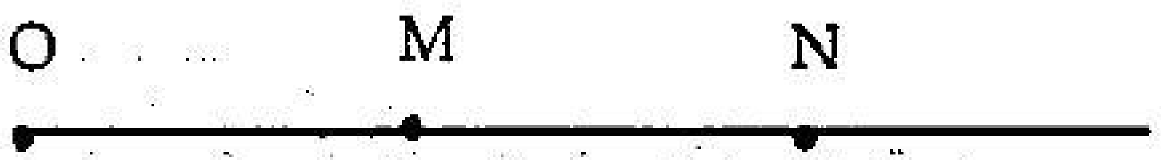
A 12 B 7 C 9 D 11

Hướng dẫn giải:

Gọi P là công suất của nguồn âm

Mức cường độ âm tại M và N lần lượt là:

$L_M = 10\lg\frac{I_M}{I_0}$; $L_N = 10\lg\frac{I_N}{I_0}$



Hiệu mức cường độ âm tại M và N là:

$$L_M - L_N = 10\lg\frac{I_M}{I_N} = 20\text{ dB} \Rightarrow \frac{I_M}{I_N} = 10^2 = 100$$

Mức cường độ âm tại M và N lần lượt là: $I_M = \frac{P}{4\pi R_M^2}$; $I_N = \frac{P}{4\pi R_N^2}$

$$\Rightarrow \frac{I_M}{I_N} = \frac{R_N^2}{R_M^2} = 100 \Rightarrow \frac{R_N}{R_M} = 10 \Rightarrow R_M = 0,1N_N \Rightarrow R_{NM} = R_N - R_M = 0,9R_N$$

Khi nguồn âm đặt tại M.

Cường độ âm tại N lúc này: $I'_N = \frac{P}{4\pi R_{NM}^2} = \frac{P}{4\pi.0,81.R_N^2} = \frac{I_N}{0,81}$

Mức cường độ âm tại N lúc này:

$$L'_N = 10\lg\frac{I'_N}{I_0} = 10\lg\left(\frac{1}{0,81}.\frac{I_N}{I_0}\right) = 10\lg\frac{1}{0,81} + L_N = 0,915 + 10 = 11\text{ dB.}$$

Chọn D

Câu 26. Tại một điểm nghe được đồng thời hai âm: âm truyền tới có mức cường độ âm là 65dB, âm phản xạ có mức cường độ âm là 60dB. Mức cường độ âm toàn phần tại điểm đó là?

A. 5dB B. 125dB C. 66,19dB D. 62,5dB

Hướng dẫn giải:

Gọi I_1 và I_2 là cường độ âm tới và cường độ âm phản xạ tại điểm đó. Khi đó cường độ âm toàn phần là $I = I_1 + I_2$

Theo bài ra, ta có :

Mức cường độ âm của âm truyền tới: $L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0} = 65 \Rightarrow I_1 = 10^{6,5}I_0$

Mức cường độ âm của âm phản xạ: $L_2 = 10\lg\frac{I_2}{I_0} = 60 \Rightarrow I_2 = 10^6I_0$

Mức cường độ âm toàn phần:

$\Rightarrow L = 10\lg\frac{I_1 + I_2}{I_0} = 10\lg(10^{6,5} + 10^6) = 66,19$ dB. *Chọn C*

Câu 27: Trong một bản hợp ca, coi mọi ca sĩ đều hát với cùng cường độ âm và coi cùng tần số. Khi một ca sĩ hát thì mức cường độ âm là 68 dB. Khi cả ban hợp ca cùng hát thì đo được mức cường độ âm là 80dB. Số ca sĩ có trong ban hợp ca là

A. 16 người. B. 12 người. C. 10 người. D. 18 người

Hướng dẫn giải:

Gọi số ca sĩ là N, cường độ âm của mỗi ca sĩ là I

Suy ra cường độ âm của N ca sĩ sẽ là $I_N = NI$

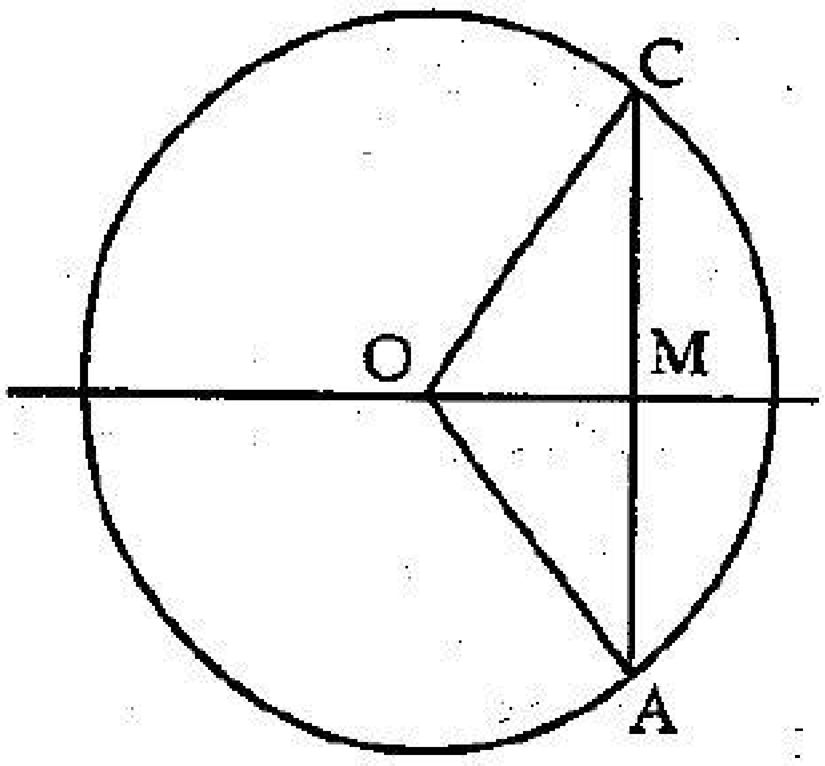
$$L_N - L_1 = 10\lg\frac{NI}{I} = 12\text{ dB} \Rightarrow \lg N = 1{,}2 \Rightarrow N = 15{,}85 = 16 \text{ người}$$

Chọn A

Câu 28. Tại O có 1 nguồn phát âm thanh đẳng hướng với công suất không đổi. Một người đi bộ từ A đến C theo 1 đường thẳng và lắng nghe âm thanh từ nguồn O thì nghe thấy cường độ âm tăng từ I đến 4I rồi lại giảm xuống I. Khoảng cách AO bằng:

A. $AC\sqrt{2}/2$ B. $AC\sqrt{3}/3$ C. AC/3 D. AC/2

Hướng dẫn giải:



Do nguồn phát âm thanh đẳng hướng

Cường độ âm tại điểm cách nguồn âm R

$I = \frac{P}{4\pi R^2}$.

Giả sử người đi bộ từ A qua M tới C

$\Rightarrow I_A = I_C = I \Rightarrow OA = OC$

Theo đề bài: $I_M = 4I \Rightarrow OA = 2.OM$.

Trên đường thẳng qua AC I_M đạt giá trị lớn nhất, nên M gần O nhất

⇒ OM vuông góc với AC và là trung điểm của AC

Tam giác OMA vuông tại M nên ta có:

$$AO^2 = OM^2 + AM^2 = \frac{AO^2}{4} + \frac{AC^2}{4} \Rightarrow 3AO^2 = AC^2$$

$\Rightarrow AO = \frac{AC\sqrt{3}}{3}$. *Chọn B*

Câu 29. Trên sợi dây đàn dài 65cm, sóng ngang truyền với tốc độ 572m/s. Dây đàn phát ra bao nhiêu hoạ âm (kể cả âm cơ bản) trong vùng âm nghe được ?

A. 45. B. 22. C. 30. D. 37.

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$l = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2f} \Rightarrow f = n\frac{v}{2l} = 440n \le 20000\text{Hz} \Rightarrow 1 \le n \le 45$. *Chọn A*

Câu 30: Hai điểm A, B nằm trên cùng một đường thẳng đi qua một nguồn âm và ở hai phía so với nguồn âm. Biết mức cường độ âm tại A và tại trung điểm của AB lần lượt là 50 dB và 44 dB. Mức cường độ âm tại B là

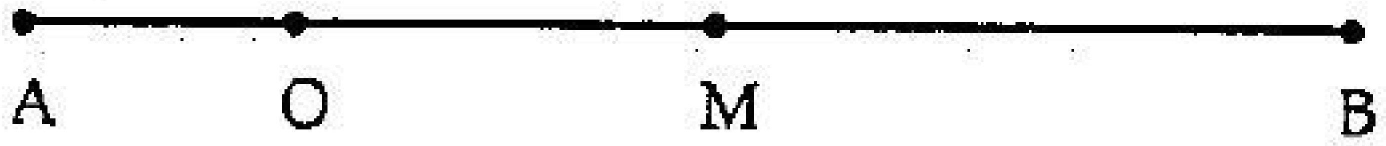
A. 28 dB B. 36 dB C. 38 dB D. 47 dB

Hướng dẫn giải:

Cường độ âm tại điểm cách nguồn âm khoảng R: $I = \frac{P}{4\pi R^2}$.

Với P là công suất của nguồn: $\frac{I_A}{I_M} = \frac{R_M^2}{R_A^2}$

$L_A - L_M = 10\lg\frac{I_A}{I_M} = 10\lg\frac{R_M^2}{R_A^2} = 6 \Rightarrow \frac{R_M^2}{R_A^2} = 10^{0,6} \Rightarrow \frac{R_M}{R_A} = 10^{0,3}$



M là trung điểm của AB, nằm hai phía của gốc O nên:

$AM = MB \Rightarrow AO + OM = OB - OM \Rightarrow 2OM = OB - OA$

$\Rightarrow R_M = OM = \frac{R_B - R_A}{2}$

$\Rightarrow R_B = R_A + 2R_M = (1 + 2.10^{0.3})R_A \Rightarrow \frac{R_B^2}{R_A^2} = (1 + 2.10^{0.3})^2 = \frac{I_A}{I_B}$

Hiệu mức cường độ âm tại A và B

$L_A - L_B = 10\lg\frac{I_A}{I_B} = 10\lg\frac{R_B^2}{R_A^2} = 20\lg(1 + 2.10^{0.3}) = 20.\ 0,698 = 13,963$ dB

$L_B = L_A - 13,963 = 36$ dB. *Chọn B*

Câu 31. Một nguồn âm được coi là nguồn điểm phát sóng cầu và môi trường không hấp thụ âm. Tại một vị trí sóng âm biên độ 0,12mm có cường độ âm tại điểm đó bằng 1,80Wm^{-2}. Hỏi tại vị trí sóng có biên độ bằng 0,36mm thì sẽ có cường độ âm tại điểm đó bằng bao nhiêu ?

A. 0,60Wm^{-2} B. 2,70Wm^{-2} C. 5,40Wm^{-2} D. 16,2Wm^{-2}

Hướng dẫn giải:

Năng lượng của sóng âm tỉ lệ thuận với bình phương của biên độ sóng âm

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9$$

Năng lượng của sóng âm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách đến nguồn phát

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = 9$$

$P = I_1S_1$ với $S_1 = 4\pi R_1^2$; R_1 là khoảng cách từ vị trí 1 đến nguồn âm

$P = I_2S_2$ Với $S_2 = 4\pi R_2^2$; R_1 là khoảng cách từ vị trí 1 đến nguồn âm

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = 9 \Rightarrow I_2 = 9I_1 = 16,2W/m^2.$$ *Chọn D*

Chuyên đề 4

SÓNG DỪNG

1. Một số chú ý

* Đầu cố định hoặc đầu dao động nhỏ là nút sóng.

* Đầu tự do là bụng sóng

* Hai điểm đối xứng với nhau qua nút sóng luôn dao động ngược pha. (1)

* Hai điểm đối xứng với nhau qua bụng sóng luôn dao động cùng pha.(2)

* Các điểm trên dây đều dao động với biên độ không đổi ⇒ năng lượng không truyền đi (3)

* Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây căng ngang (các phần tử đi qua VTCB) là nửa chu kỳ. (4)

2. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây dài l:

* Hai đầu là nút sóng: $l = k\frac{\lambda}{2}$ $(k \in N^*)$

Số bụng sóng = số bó sóng = k

Số nút sóng = k + 1

* Một đầu là nút sóng còn một đầu là bụng sóng: $l = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$ $(k \in N)$

Số bó sóng nguyên = k

Số bụng sóng = số nút sóng = k + 1

3. *Phương trình sóng dừng trên sợi dây* CB (*với đầu C cố định hoặc dao động nhỏ là nút sóng*)

* Đầu B cố định (nút sóng):

+ Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B:

$u_B = A\cos2\pi ft$ và $u'_B = -A\cos2\pi ft = A\cos(2\pi ft - \pi)$

+ Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách B một khoảng d là:

$u_M = A\cos(2\pi ft + 2\pi\frac{d}{\lambda})$ và $u'_M = A\cos(2\pi ft - 2\pi\frac{d}{\lambda} - \pi)$

+ Phương trình sóng dừng tại M: $u_M = u_M + u'_M$

$$u_M = 2A\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)\cos\left(2\pi ft - \frac{\pi}{2}\right) = 2A\sin\left(2\pi\frac{d}{\lambda}\right)\cos\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right)$$

+ Biên độ dao động của phần tử tại M:

$$A_M = 2A\left|\cos(2\pi\frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2})\right| = 2A\left|\sin(2\pi\frac{d}{\lambda})\right|$$

* Đầu B tự do (bụng sóng):

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại B: $u_B = u'_B = A\cos 2\pi ft$

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách B một khoảng d là:

$$u_M = A\cos\left(2\pi ft + 2\pi\frac{d}{\lambda}\right) \text{ và } u'_M = A\cos(2\pi ft - 2\pi\frac{d}{\lambda})$$

Phương trình sóng dừng tại M: $u_M = u_M + u'_M$

$$u_M = 2A\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda}\right)\cos(2\pi ft)$$

Biên độ dao động của phần tử tại M: $A_M = 2A\left|\cos(2\pi\frac{d}{\lambda})\right|$

Lưu ý:

* Với x là khoảng cách từ M đến đầu nút sóng thì biên độ: $A_M = 2A\left|\sin\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)\right|$

* Với x là khoảng cách từ M đến đầu bụng sóng thì biên độ: $A_M = 2A\left|\cos\left(2\pi\frac{d}{\lambda}\right)\right|$

* NHỮNG CHÚ Ý KHI HỌC SÓNG DỪNG

1. *Sự truyền năng lượng trong sóng dừng.*

+ Nút sóng luôn đứng yên nên nó không thực hiện công. Do đó năng lượng không truyền qua được nút. Bụng không biến dạng, sức căng dây tại bụng bằng 0 nên bụng không thực hiện công. Do đó năng lượng cũng không truyền qua bụng.

⇒ Năng lượng của mỗi đoạn dây dài $\frac{\lambda}{4}$ có 1 đầu là nút, 1 đầu là bụng thì không đổi, năng lượng không truyền ra khỏi đoạn dây cũng như không truyền vào đoạn dây qua nút hoặc bụng. Năng lượng "dừng" là như vậy.

+ Mặt khác trong mỗi đoạn dây năng lượng truyền từ đầu này đến đầu kia.

2. *Sự dao động của các điểm.*

Chú ý: Khi xảy ra sóng dừng các điểm trên dây đều dao động với biên độ khác nhau.

+ Trên đoạn dây trong điền kiện lý tưởng, các nút hoàn toàn đứng yên, các điểm còn lại vẫn dao động với tốc độ dao động.

Ở đây ta xét 2 khái niệm:

- Tốc độ dao động: $v = u'$
- Tốc độ truyền sóng: $v = \lambda.f$

+ Thời gian giữa 2 lần sợi dây duỗi thẳng là $\frac{T}{2}$.

Giải thích điều này như sau: Khi sợi dây duỗi thẳng thì li độ dao động của phần tử vật chất tại điểm bụng bằng 0. thời gian giữa 2 lần liên tiếp li độ của phần tử vật chất tại điểm bụng bằng 0 là một nửa chu kỳ dao động của nó tức là $\frac{T}{2}$.

+ Hình ảnh sóng dừng mà ta quan sát gồm các bó sóng đều đặn và đối xứng thực chất chỉ là sự lưu ảnh của mắt trên võng mạc mà thôi.

3. *Tính tuần hoàn của sóng dừng.*

Tính tuần hoàn của sóng dừng bao gồm:

+ Tuần hoàn theo không gian (chu kỳ là λ)

+ Tuần hoàn theo thời gian (chu kỳ là T)

- **Tuần hoàn theo không gian:**

Ta có phương trình biên độ của phần tử vật chất tại 1 điểm: $2A\cos(2\pi\frac{c}{\lambda} + \frac{\pi}{2})$

⇒ Vậy ta coi biên độ của phần tử vật chất dao động điều hòa với chu kỳ là λ. Tức là ở đây biên độ của phần tử vật chất là một dao động điều hòa, có thể âm hoặc dương nhưng khi xét chung với phương trình sóng dừng thì biên độ luôn luôn dương.

Hình thức thi đại học là trắc nghiệm nên yếu tố thời gian đóng vai trò quyết định đến khả năng đậu hay rớt của các bạn. Vì thế xuyên suốt cuốn sách này tôi luôn giới thiệu các phương pháp tính nhanh đến các bạn trong điều kiện cho phép.

Ở đây tôi đưa vào khái niệm mới là: **"Độ lệch pha biên độ dao động"**.

Như vậy xét 2 điểm trên dây đàn hồi đang có sóng dừng ổn định cách nhau một khoảng d thì **"độ lệch pha biên độ dao động"** là: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{d}{\lambda}$

Công thức đơn giản này lại rất hiệu quả trong việc tính biên độ tại 1 điểm trên dây đang có sóng dừng khi biết khoảng cách từ điểm đó đến một điểm bụng hay nút.

Ví dụ 1: Trên 1 sợi dây đàn hồi đang có sóng dừng ổn định, B là 1 bụng, biên độ dao động tại bụng là A, M cách B một đoạn đúng bằng $\frac{\lambda}{3}$. Tính biên độ tại M.

Giải: Ta có thể sử dụng công thức về biên độ dao động để giải bài toán này bằng cách sử dụng công thức biên độ. Tuy nhiên, ở đây chúng ta sẽ sử dụng vecto quay để giải quyết bài toán nhằm đơn giản các bước tính toán, nhanh gọn thông qua đó có thể hiểu sâu sắc hơn khái niệm **"độ lệch pha biên độ dao động"**.

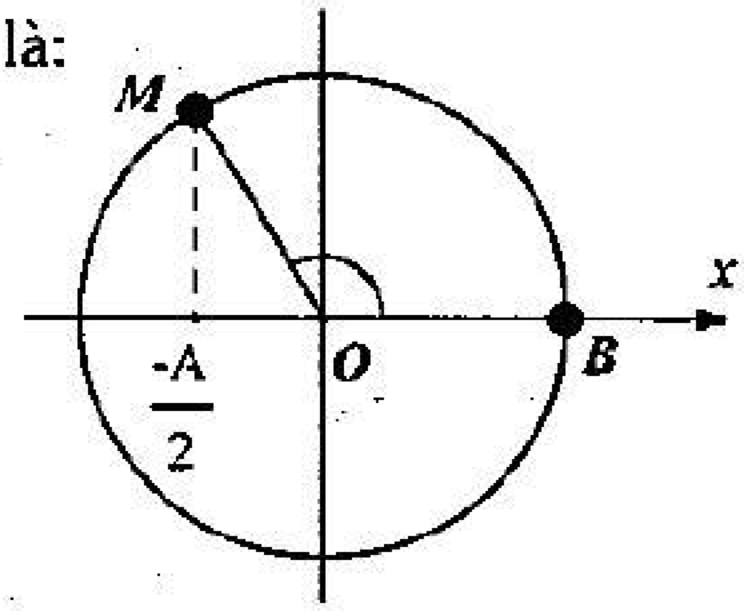
Ta có: Độ lệch pha biên độ dao động tại B và M là:

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{d}{\lambda} = \frac{2T}{3}$$

Từ đó ta có vecto quay như bên.

Ta dễ dàng suy ra biên độ dao động tại M là:

$$A_M = \frac{A}{2}$$



Tới đây nhiều bạn hỏi tại sao ở trên vecto quay ta thấy biên độ của M âm tại sao lại lấy dương, xin trả lời là: Ở đây ta coi biên độ cũng dao động và "lan truyền" bởi vậy giá trị có thể âm hoặc dương nhưng khi đưa vào phương trình sóng thì ta khử dấu âm để nó có dạng phương trình dao động điều hòa. Chẳng hạn: $u = -3\cos(2\pi t - \frac{\pi}{2}) = 3\cos(2\pi + \frac{\pi}{2})$

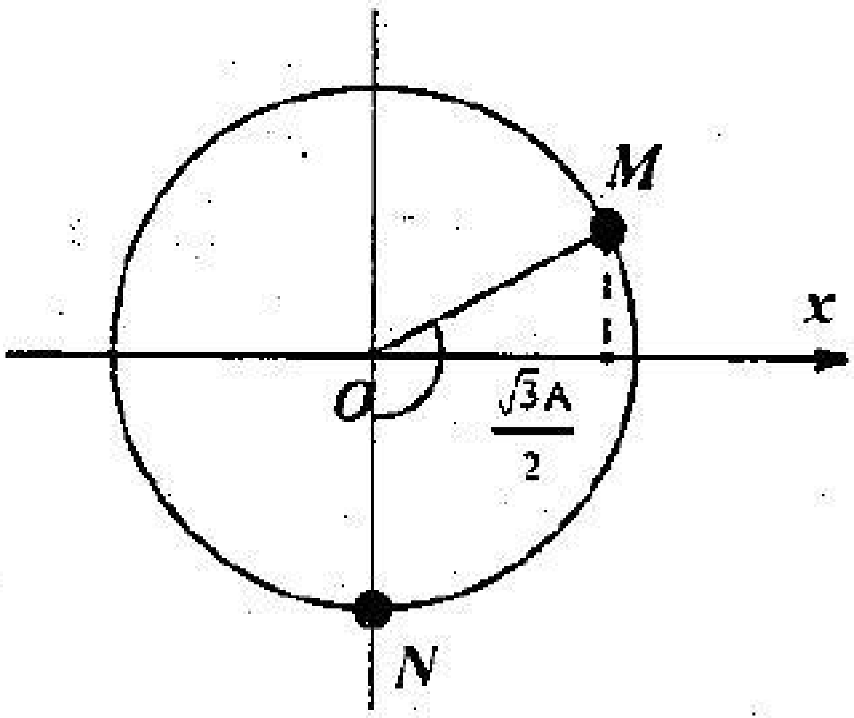
Ví dụ 2: Trên sợi dây đàn hồi đang có sóng dừng ổn định, N là một nút, biên độ dao động tại bụng là A, điểm M cách N một khoảng $\frac{\lambda}{3}$. Tính biên độ dao động tại M.

Giải

Độ lệch pha biên độ dao động:

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3}$$

Từ đó dễ dàng suy ra biên độ dao động tại M là: $\frac{\sqrt{3}A}{2}$



Một lần nữa tác giả nhắc lại rằng khái niệm độ lệch pha "biên độ" dao động chỉ là quy ước mà thôi, về bản chất đó là **sự tuần hoàn theo không gian** trong sóng dừng. Khi xét đến độ lệch pha này ta không cần quan tâm đến sự sớm pha hay ngược pha vì điều ta quan tâm là độ lớn của biên độ dao động. Và ta chỉ xét sự sớm pha hay ngược pha khi xét **tính tuần hoàn theo thời gian.**

+ Tính tuần hoàn theo thời gian.

Một điều cần lưu ý là: khi **ta nhắc đến khái niệm độ lệch pha ta phải hiểu đó là tính tuần hoàn theo thời gian.** Độ lệch pha biên độ dao động được đề cập chỉ là để đơn giản trong giải toán mà thôi. Và một phương trình sóng thì biên độ là cố định, chỉ có pha dao động thay đổi.

Xét phương trình sóng dừng của phần tử vật chất tại 1 điểm:

$$u = 2A\cos(2\pi\frac{c}{\lambda} + \frac{\pi}{2})\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Nhìn vào phương trình sóng ta thấy một điều hết sức quan trọng đó là:

Các điểm trên sợi dây đàn hồi khi có sóng dừng ổn định chỉ có thể *cùng pha* hoặc *ngược pha*.

Vậy khi nào chúng cùng pha và khi nào chúng ngược pha?

Xét 2 điểm M, N trên sợi dây đang có sóng dừng ổn định với phương trình sóng lần lượt là:

$$u_M = 2A\cos(2\pi\frac{d_1}{\lambda}+\frac{\pi}{2})\cos(\omega t-\frac{\pi}{2});\ u_N = 2A\cos(2\pi\frac{d_2}{\lambda}+\frac{\pi}{2})\cos(\omega t-\frac{\pi}{2})$$

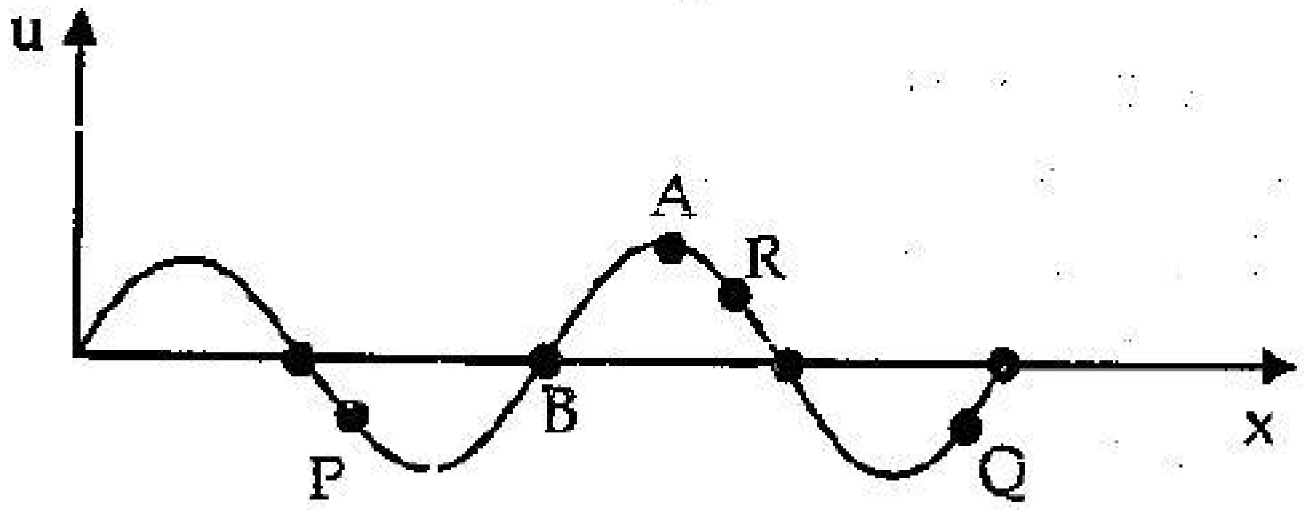
Ta thấy rằng khi: $[2A\cos(2\pi\frac{d_1}{\lambda}+\frac{\pi}{2})][2A\cos(2\pi\frac{d_2}{\lambda}+\frac{\pi}{2})] > 0$ thì M, N cùng pha dao động có nghĩa là khi **phương trình biên độ mang cùng 1 dấu** (tức là cùng âm hoặc cùng dương) thì chúng dao động cùng pha.

Ngược lại nếu: $[2A\cos(2\pi\frac{d_1}{\lambda}+\frac{\pi}{2})][2A\cos(2\pi\frac{d_2}{\lambda}+\frac{\pi}{2})] < 0$ thì M, N dao động ngược pha hay biểu thức biên độ trái dấu nhau.

Đây là trường hợp tổng quát khi ta xét đến độ lệch pha giữa 2 điểm trên sợi dây đang có sóng dừng ổn định.

Và điều quan trọng cần đặt ra là các điểm trên dây ở vị trí nào thì dao động cùng pha, ở vị trí nào thì dao động ngược pha?

Trong nhiều tài liệu tham khảo có ghi 2 nhận xét sau:



1) **Các điểm đối xứng qua 1 bụng thì dao động cùng pha**

Các điểm đối xứng qua một nút thì dao động ngược pha.

Điều đó được mô tả cụ thể như sau:

A là bụng sóng. P, Q đối xứng với nhau qua A nên P, Q dao động cùng pha.

B là nút sóng, P, R đối xứng với nhau qua B nên dao động ngược pha.

2) **Các điểm nằm trên cùng một bó sóng (2 nút sóng liên tiếp) thì dao động cùng pha.**

a) **Các điểm nằm thuộc 2 bó sóng liên tiếp thì dao động ngược pha.**

Chú ý: Hai nhận xét trên đều hoàn toàn chính xác tuy nhiên sách giáo khoa không nêu ra và đa số tài liệu không giải thích hoặc chứng minh hai nhận xét đó mà chỉ đơn thuần nêu ra, hầu hết chúng ta chỉ học thuộc mà không hiểu bản chất thực sự của nó. Sau đây là giải pháp để làm rõ hai nhận định trên.

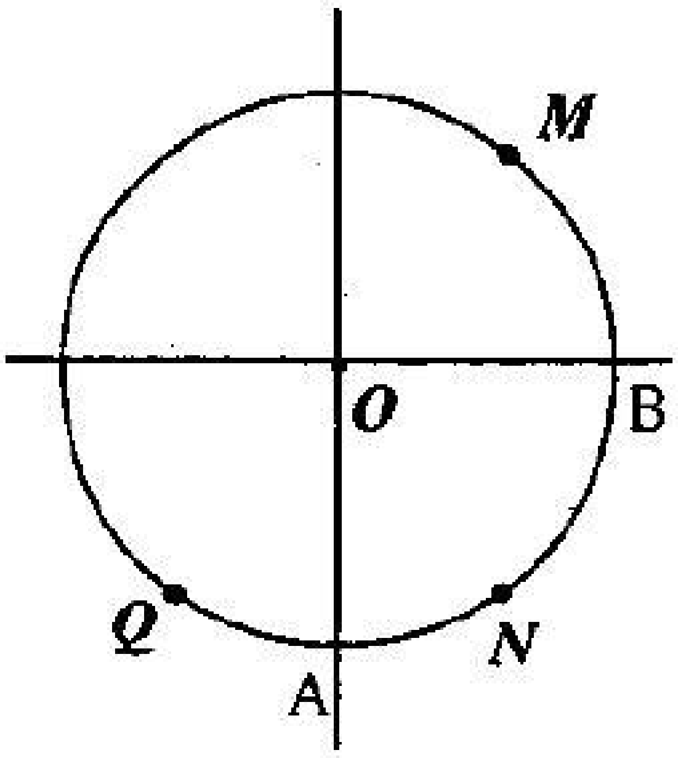
Cơ sở của việc làm rõ hai nhận định trên là sự cùng dấu hoặc khác dấu của phương trình biên độ.

b. Điểm đối xứng với nhau qua một bụng thì dao động cùng pha.

Đối xứng với nhau qua một bụng ở đây được hiểu là đối xứng với nhau qua đường thẳng đi qua bụng sóng và vuông góc với phương truyền sóng.

Sử dụng vecto quay ta có:

Xét B là một bụng sóng. M, N là 2 điểm đối xứng với nhau qua bụng B, ta dễ dàng nhận ra phương trình biên độ tại M, N cùng dấu. Từ đó suy ra M, N dao động cùng pha.

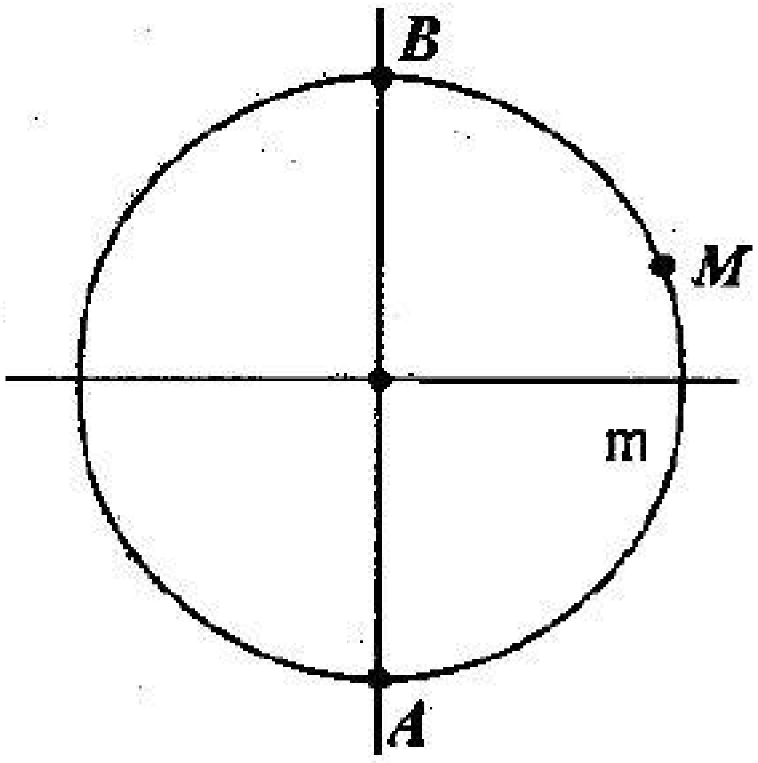


2 điểm đối xứng với nhau qua một nút thì dao động ngược pha.

Xét A là một nút sóng. N,Q đối xứng với nhau qua nút A, Ta dễ thấy phương trình biên độ tại N, Q ngược dấu nhau. Suy ra dao động tai N, Q ngược pha với nhau.

Các điểm thuộc cùng một bó sóng dao động cùng pha.

Xét bó sóng AmB, ta thấy rằng các điểm thuộc cùng bó sóng này có phương trình biên độ mang cùng dâu dương. Vậy chúng dao động cùng pha.



Tương tự cho các bó sóng khác.

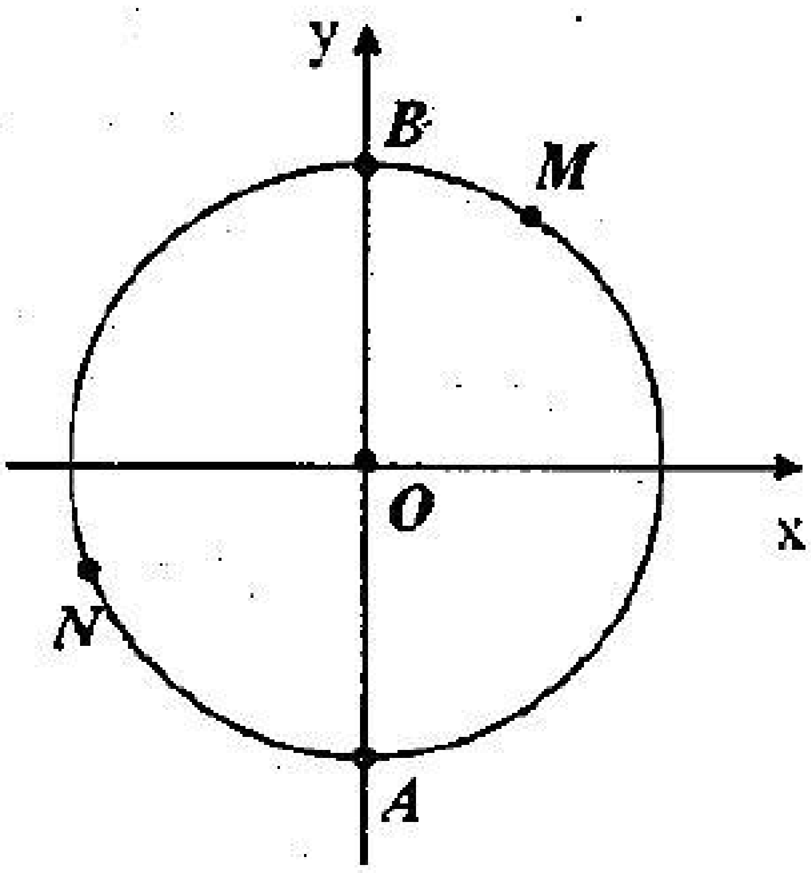
Nói một cách đơn giản các điểm thuộc cùng một bó sóng thì phương trình biên độ mang cùng một dấu.

Các điểm thuộc 2 bó sóng liên tiếp thì dao động ngược pha.

Xét trục Oy chia đường tròn thành 2 phần biểu diễn cho 2 bó sóng liên tiếp nhau.

Xét 2 điểm M, N bất kì thuộc 2 bó sóng đó.

Dễ thấy phương trinh biên đọ tại M mang dấu dương còn phương trình biên độ tại N mang dấu âm. Từ đó suy ra M, N dao động ngược pha.



VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Trên một sợi dây đàn hồi có chiều dài 240 cm với hai đầu cố định có một sóng dừng với tần số f = 50 Hz, người ta đếm được có 6 bụng sóng. Tính vận tốc truyền sóng trên dây.

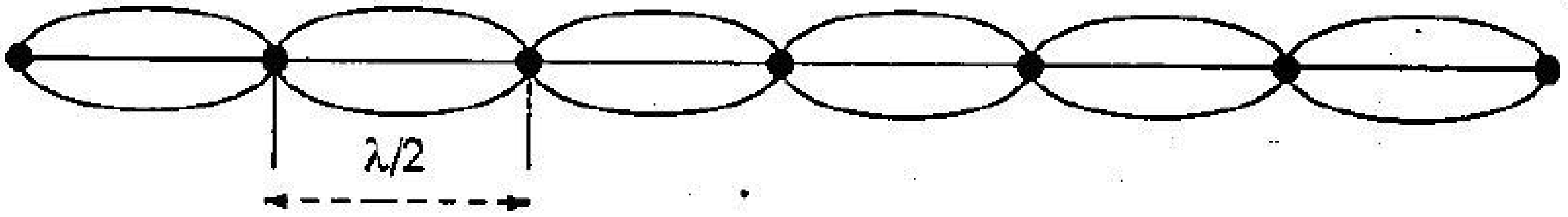
A. 15 m/s. B. 20 m/s. C. 25 m/s. D. 25 m/s.

Phân tích

Đây là bài toán tìm vận tốc truyền sóng trên dây khi có sóng dừng với hai đầu cố định. Các bài toán dạng này thường dễ nhầm lẫn giữa số bụng, số nút, và số bó sóng. Nhớ rằng số bó sóng là k nên bài toán thường là đi tìm k. Khi giải nên vẽ nhanh hình để không nhầm lẫn.

Hướng dẫn giải:

Theo bài ra ta có hình vẽ:



Chiều dài sợi dây thỏa mãn: $l = k\dfrac{\lambda}{2} = 6\dfrac{\lambda}{2}$ (6 bụng sóng nên k = 6)

⇒ Bước sóng đo được trên dây: $\lambda = \dfrac{l}{3} = 80\text{ cm} = 0{,}4\text{ m}$.

Tốc độ truyền sóng trên dây: $v = \lambda f = 0{,}4.50 = 20\text{ m/s}$;

Ví dụ 2: Một sợi dây chiều dài ℓ căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây đang có sóng dừng với n bụng sóng , tốc độ truyền sóng trên dây là v. Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là

A. v/nℓ B. nv/ℓ. C. ℓ/2nv. D. ℓ/nv.

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây của sóng dừng hai đầu cố định với n bụng sóng:

$$l = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{vT}{2} \Rightarrow T = \frac{2l}{nv}$$ = 0Δ4

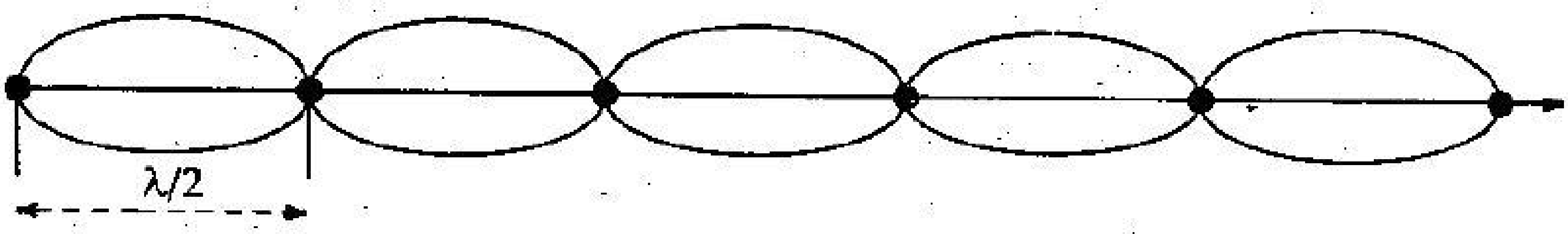
Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là:

$\Delta t = \dfrac{T}{2} = \dfrac{2l}{2nv} = \dfrac{l}{nv}$. *Chọn D*

Ví dụ 3: Một sợi dây đàn hồi OA đặt nằm ngang, đầu O gắn vào nhánh của một âm thoa, đầu A cố định. Khi âm thoa rung với chu kì 0,04 s thì trên dây có dừng với 6 nút sóng. Biết sóng truyền trên dây với tốc độ 6 m/s. Chiều dài của dây là

A. 60 cm. B. 78 cm. C. 72 cm. D. 132 cm.

Hướng dẫn giải:



Theo bài ra: Trên dây có dừng với 6 nút sóng suy ra có 5 bó sóng. Vậy k = 5

Chiều dài sợi dây của sóng dừng hai đầu cố định với 6 nút sóng:

$$l = k\frac{\lambda}{2} = 5\frac{\lambda}{2}.\frac{5vT}{2} = \frac{5.6.0,04}{2} = 0,6m = 60cm$$. *Chọn A*

Ví dụ 4: Khi có sóng dừng trên một dây AB hai đầu cố định với tần số là 42Hz thì thấy trên dây có 7 nút. Muốn trên dây AB có 5 nút thì tần số phải là

A. 28Hz B. 63Hz

C. 30Hz D. 58,8Hz

Hướng dẫn giải:

Sóng dừng trên dây có 7 nút ⇒ có 6 bụng ⇒ có 6 bó sóng ⇒ k = 6

Sóng dừng trên dây có 5 nút ⇒ có 4 bụng ⇒ có 4 bó sóng ⇒ k′ = 4

Chiều dài sợi dây của sóng dừng hai đầu cố định:

+ với tần số $f = 42Hz$: $l = 6\frac{\lambda}{2} = 3\lambda = 3\frac{v}{f}$ (1)

+ với tần số f': $l = 4\frac{\lambda}{2} = 2\lambda = 2\frac{v}{f'}$ (2)

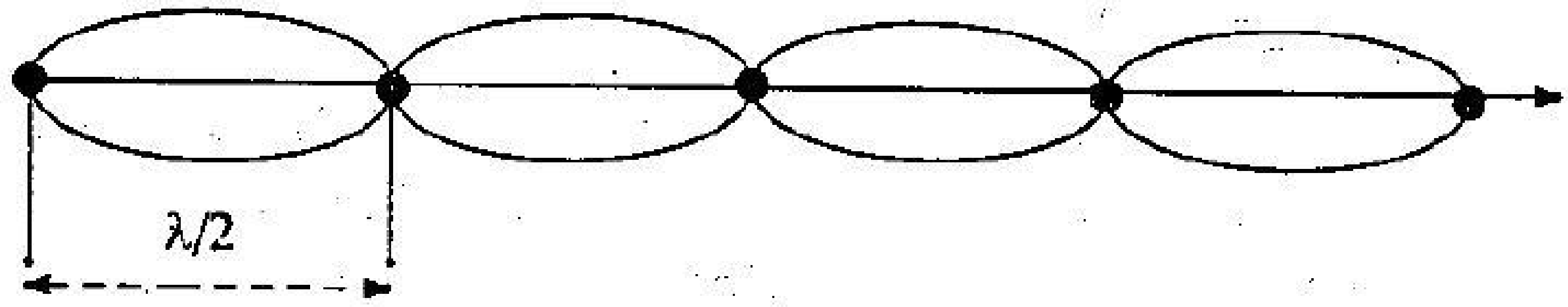
Từ (1) và (2) ⇒ $\frac{f'}{f} = \frac{2}{3} \Rightarrow f' = \frac{2}{3}f = \frac{2.42}{3} = 28Hz$. *Vậy chọn A*

Ví dụ 5: Trên một sợi dây dài 2m đang có sóng dừng với tần số 100 Hz, người ta thấy ngoài 2 đầu dây cố định còn có 3 điểm khác luôn đứng yên. Vận tốc truyền sóng trên dây là :

A. 60 m/s B. 80 m/s C. 40 m/s D. 100 m/s

Hướng dẫn giải:

Theo bài ra ta có hình vẽ.



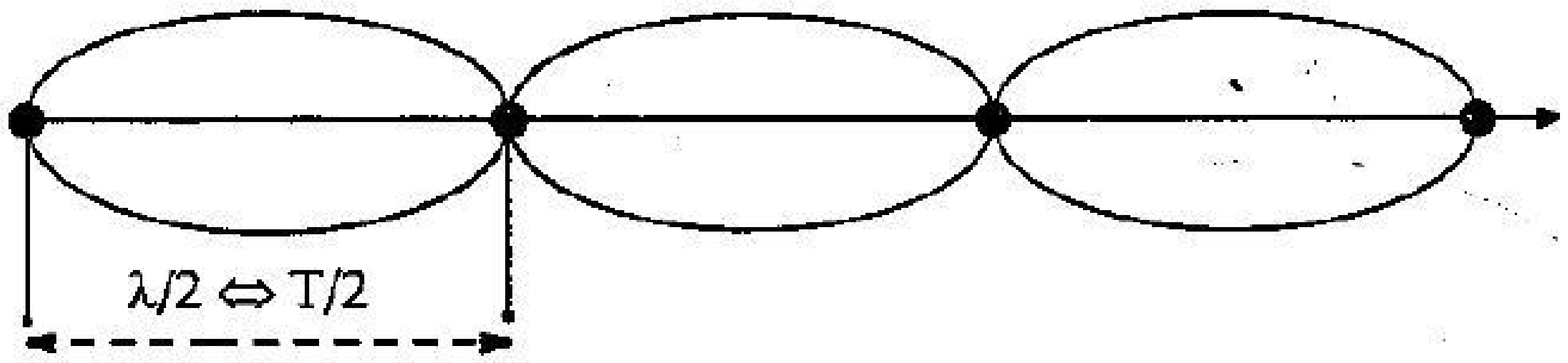
Ngoài 2 đầu dây cố định còn có 3 điểm khác luôn đứng yên nên suy ra sóng dừng trên dây có 5 nút ⇒ có 4 bụng ⇒ có 4 bó sóng ⇒ k = 4

$l = 4\frac{\lambda}{2} = 2\lambda = 2\frac{v}{f} \Rightarrow v = \frac{lf}{2} = \frac{2.100}{2} = 100m/s$. *Chọn D*

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm về sóng dừng, trên một sợi dây đàn hồi dài 1,2m với hai đầu cố định, người ta quan sát thấy ngoài hai đầu dây cố định còn có hai điểm khác trên dây không dao động. Biết khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp với sợi dây duỗi thẳng là 0,05 s. Vận tốc truyền sóng trên dây là

A. 8 m/s. B. 4m/s. C. 12 m/s. D. 16 m/s.

Hướng dẫn giải:



Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp sợi dây duỗi thẳng là:

$\Delta t = \frac{T}{2} = 0,05s \Rightarrow T = 0,1s \Rightarrow f = 10Hz$

Ngoài hai đầu dây cố định còn có hai điểm khác trên dây không dao động ⇒ có tất cả 4 nút sóng ⇒ có 3 bụng sóng ⇒ có 3 bó sóng ⇒ k = 3

Chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$l = 3\frac{\lambda}{2} = 3\frac{v}{2f} \Rightarrow v = \frac{2lf}{3} = \frac{2.1,2.10}{3} = 8m/s$. *Chọn A*

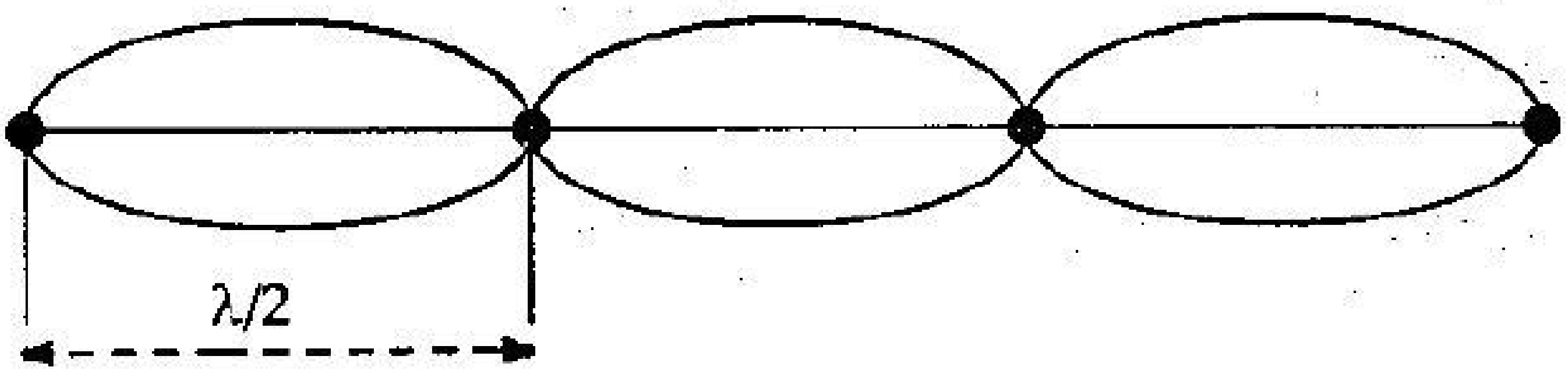
Ví dụ 7: Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,2 m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100 Hz và tốc độ 80 m/s. Số bụng sóng trên dây là

[✓ A. 3] B. 5. C. 4. D. 2.

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow k = \frac{2lf}{v} = \frac{2.1,2.100}{80} = 3$



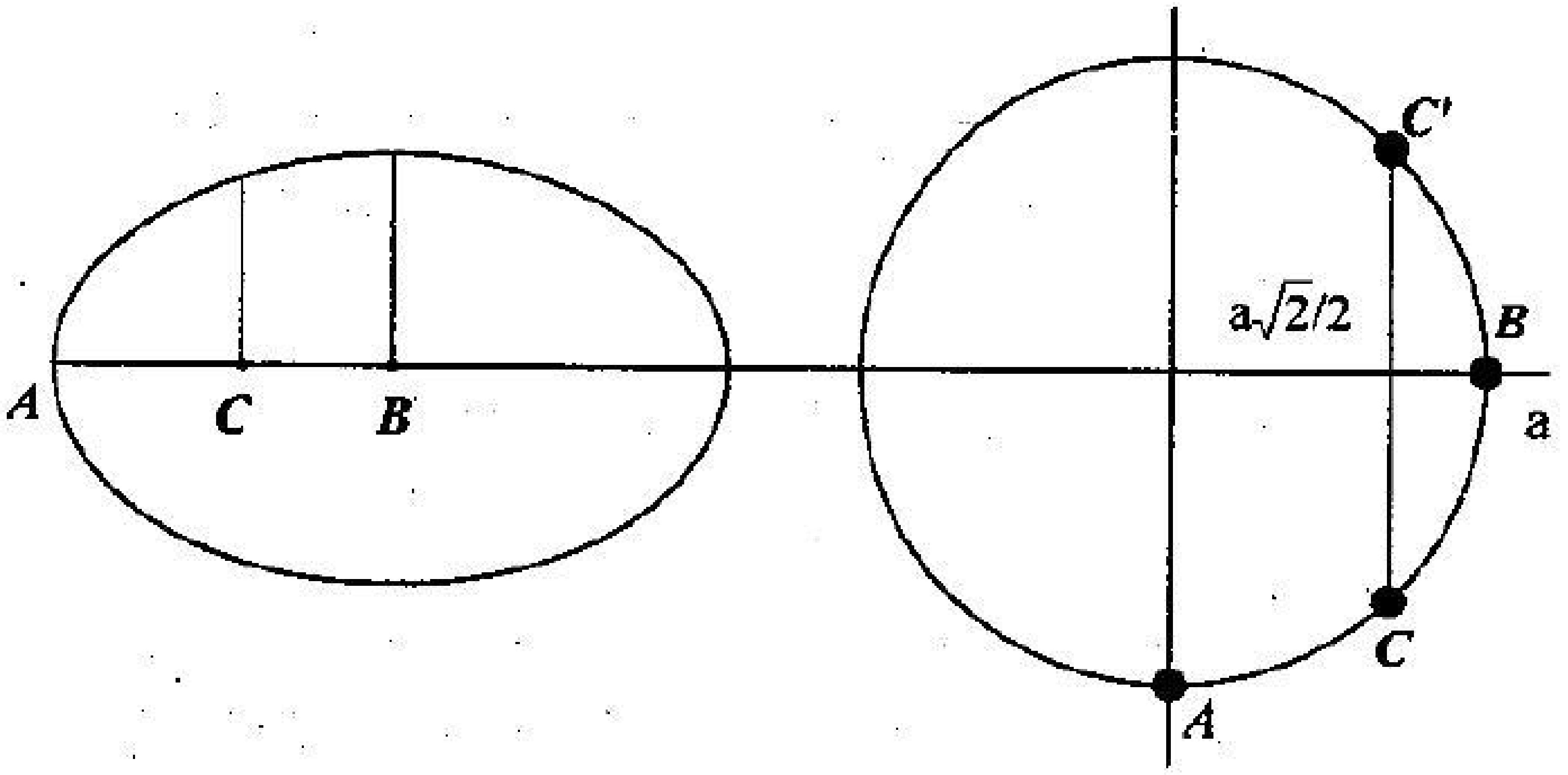
⇒ Có 3 bó sóng ⇒ có 3 bụng sóng. *Chọn A*

Ví dụ 8: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây, A là một điểm nút, B là một điểm bụng gần A nhất, C là trung điểm của AB, với AB = 10 cm. Biết khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần tử tại B bằng biên độ dao động của phần tử tại C là 0,2 s. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 0,25 m/s. B. 2 m/s. C. 0,5 m/s. D. 1 m/s.

Hướng dẫn giải:

Cách 1: **Giải theo vòng tròn lượng giác**



Theo bài ra: A là một điểm nút, B là một điểm bụng gần A nhất

$\Rightarrow \lambda = 4AB = 4.10 = 40cm.$

C là trung điểm của AB nên: $BC = \frac{AB}{2} = \frac{10}{2} = 5cm$

Từ vòng tròn, ta thấy: điểm C nằm giữa cung AB

Li độ của điểm B tại C là : $u_B = a_C = a_B\frac{\sqrt{2}}{2} = a\frac{\sqrt{2}}{2}(a_B = a)$

Khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần mà li độ dao động của phần tử tại B bằng biên độ dao động của phần tử tại C tương ứng với thời gian phần tử B đi từ C đến C'.

$$t_{CC'} = t_{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\to a\right)} + t_{\left(a\to\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)} = \frac{T}{8} + \frac{T}{8} = \frac{T}{4} = 0,2 \Rightarrow T = 0,8s$$

Tốc độ truyền sóng trên dây là: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{40}{0,8} = 50cm/s = 0,5m/s$

Chọn C

Cách 2: **Giải theo phương trình sóng**

Ta có biên độ sóng dừng tại một điểm M trên dây, cách đầu cố định A đoạn d là:

$A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d}{\lambda}\right|$ với a là biên độ nguồn sóng. Ta có:

* Biên độ sóng tại điểm B $\left(d_B = \frac{\lambda}{4} = 10 \Rightarrow \lambda = 40cm\right)$: $A_B = 2a$

* Biên độ sóng tại điểm C:

$$(d_C) = \frac{AB}{2} = \frac{\lambda}{8} \Rightarrow A_C = 2a\left|\sin\frac{2\pi\frac{\lambda}{8}}{\lambda}\right| = 2a.\frac{\sqrt{2}}{2} = A_B\frac{\sqrt{2}}{2}$$

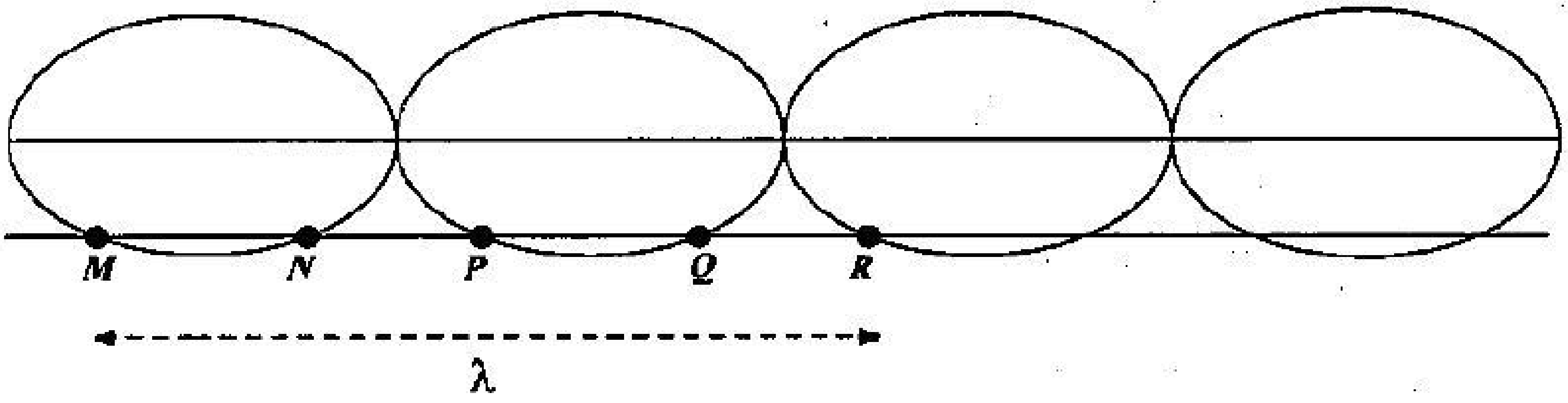
* Vì có thể coi điểm B như một chất điểm dao động điều hoà với biên độ A_B, thì thời gian ngắn nhất giữa hai lần điểm B có li độ $A_B\frac{\sqrt{2}}{2}$ là:

$\Delta t = \frac{T}{4} = 0,2 \Rightarrow T = 0,8s \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = 0,5m/s$ ⇒ *Chọn B.*

Ví dụ 9: Trên một sợi dây đàn hồi chiều dài l = 1,6m, hai đầu cố định và đang có sóng dừng. Quan sát trên dây thấy có các điểm cách đều nhau những khoảng 20cm luôn dao động cùng biên độ nhau. Số bụng sóng trên dây là:

A. 4 B. 8 C. 6 D. 8 hoặc 4

Hướng dẫn giải:



Gọi M, N, P, Q, R là các điểm liên tiếp nhau dao động cùng biên độ.

Theo đề cho ta có: MN = NP = PQ = QR =20 cm

Theo hình vẽ: bước sóng: λ = MR = 4MN = 4.20 = 80cm = 0,8m

Chiều dài sợi dây hai đầu cố định thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow k = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2.1,6}{0,8} = 4$$

Vậy trên dây có 4 bó sóng ⇒ có 4 bụng sóng

Ví dụ 10: Người ta tạo sóng dừng trong một cái ống một đầu kín một đầu hở dài 0,825m chứa đầy không khí ở điều kiện thường (vận tốc âm là 330m/s). Hỏi tần số nhỏ nhất để có sóng dừng trong ống là bao nhiêu?

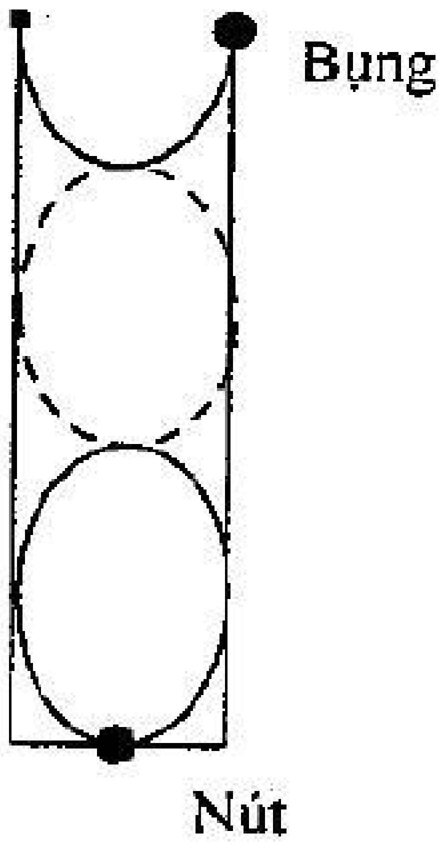
A. f = 50 Hz B. f = 75Hz C. f = 200Hz D. f = 100Hz

Hướng dẫn giải:

Trường hợp này giống trường hợp sóng dừng tạo ra bởi sợi dây một đầu cố định, một đầu tự do.

Đầu cố định (đầu kín của ống) là nút.

Đầu tự do (đầu hở của ống) là bụng sóng.



⇒ Chiều dài ống dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f}$$

$$f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l}$$

Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng trong ống ứng với k = 0.

$f_{min} = \frac{v}{4l} = \frac{330}{4.0,825} = 100Hz$. *Chọn D*

Ví dụ 11: Một sợi dây đàn hồi có một đầu cố định, một đầu tự do, trên dây có sóng dừng với hai tần số liên tiếp là 30Hz, 50Hz. Tần số nhỏ nhất để có sóng dừng trên dây là

A. $f_{min} = 5Hz$. B. $f_{min} = 30Hz$. C. $f_{min} = 10Hz$. D. $f_{min} = 20Hz$.

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây một đầu tự do, một đầu cố định khi có sóng dừng thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l}$$

Đặt: $f_k = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l}$ (1)

$\Rightarrow f_{k+1} = \left(k + \frac{1}{2} + 1\right)\frac{v}{2l} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{2}{2l} + \frac{v}{2l}$ (2)

Từ (1) và (2) ta có:

$$\Rightarrow f_{k+1} - f_k = \frac{v}{2l} \Leftrightarrow 50 - 30 = \frac{v}{2l} \Rightarrow \frac{v}{2l} = 20$$

⇒ tần số nhỏ nhất để có sóng dừng trên dây ứng với k = 0.

$f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} \Rightarrow f_{min} = \frac{v}{4l} = \frac{20}{2} = 10Hz$. *Chọn C*

Chú ý: *sau này khi tìm tần số nhỏ nhất khi có sóng dừng trên dây kể cả trường hợp hai đầu dây cố định hoặc một đầu cố định, một đầu tự do. Ta tính theo công thức nhanh sau:* $f_{min} = \frac{f_{k+1} - f_k}{2}$

Ví dụ 12: Một sợi dây đàn hồi được treo thẳng đứng vào một điểm cố định, đầu còn lại thả tự do. Người ta tạo ra sóng dừng trên dây với tần số bé nhất là f_1. Phải tăng tần số thêm một lượng nhỏ nhất là bao nhiêu để lại có sóng dừng trên dây?

A. $2.f_1$ B. $6.f_1$ C. $3.f_1$ D. $4.f_1$

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây một đầu tự do, một đầu cố định khi có sóng dừng thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{3}\right)\frac{v}{2f}$$

Tần số trên dây được suy ra từ công thức trên $\Rightarrow f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l}$

$$f_{min} = f_1 = \left(0 + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} = \frac{v}{4l}(k = 0) \qquad (1)$$

$$f_2 = \left(1 + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} = \frac{3v}{4l}(k = 1) \qquad (2)$$

(1) và (2) $\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{\frac{3v}{4l}}{\frac{v}{4l}} = 3 \Rightarrow f_2 = 3f_1$. ***Chọn C***

Ví dụ 13: Một sợi dây AB = 50cm treo lơ lửng đầu A cố định, đầu B dao động với tần số 50Hz thì trên dây có 12 bó sóng nguyên. Khi đó điểm N cách A một đoạn 20cm là bụng hay nút sóng thứ mấy kể từ A và vận tốc truyền sóng trên dây lúc đó là :

A. bụng sóng thứ 6, v = 4m/s. B. nút thứ 6, v = 4m/s.

C. bụng sóng thứ 5, v = 4m/s. D. nút sóng thứ 5, v = 4m/s.

Hướng dẫn giải:

Trên dây có 12 bó sóng nguyên nên k = 12.

Chiều dài sợi dây một đầu tự do, một đầu cố định khi có sóng dừng thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(12 + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f} = \frac{25v}{4f}$$

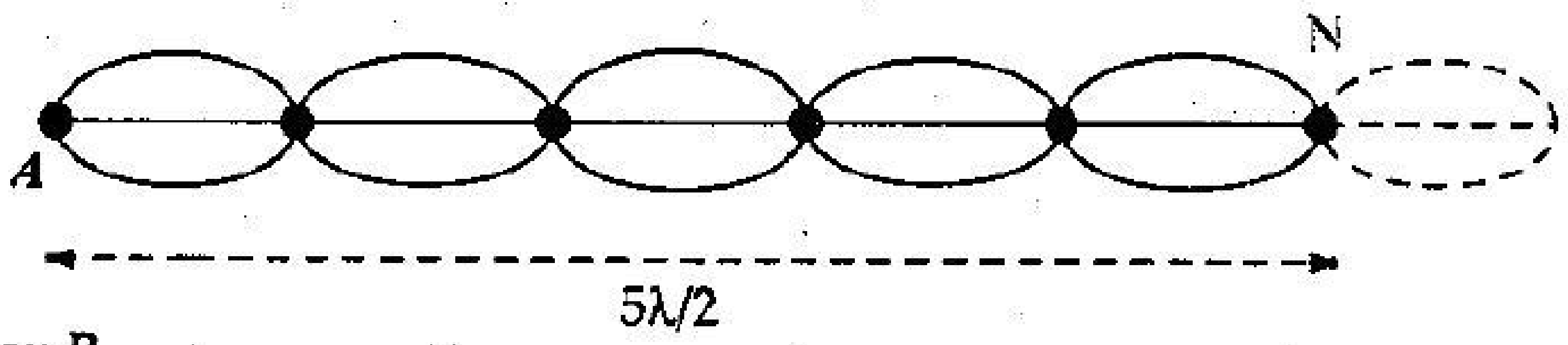
Tốc độ truyền sóng trên dây: $v = \frac{4lf}{25} = \frac{4.0,5.50}{25} = 4m/s$

Bước sóng đo được trên dây: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{4}{50} = 0,08m = 8cm$

Để biết được N là nút sóng hay bụng sóng thứ mấy ta xét tỉ số:

$$\frac{AN}{\lambda} = \frac{20}{8} = \frac{5}{2} \Rightarrow AN = 5\frac{\lambda}{2} = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow k = 5$$

Vậy đoạn AN có 5 bó sóng ⇒ có 6 nút sóng. Vậy N là nút thứ 6.



Chọn B

Ví dụ 14: Một sợi dây AB dài 21cm, vận tốc truyền sóng trên dây là 4m/s, đầu A dao động với tần số 100Hz. Trên dây có sóng dừng hay không ? số bụng sóng khi đó là :

A. Có, có10 bụng sóng.
B. Có, có 11 bụng sóng.
C. Không.
D. Có, có 25 bụng sóng.

Hướng dẫn giải:

Bài toán chưa cho biết sóng dừng tạo ra trong trường hợp nào nên ta xét cả hai trường hợp:

* **Trường hợp 1:** Hai đầu dây cố định.

Chiều dài dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow k = \frac{2lf}{v} = \frac{2.0,21.100}{4} = 10,5$$

loại vì $k \notin Z$ suy ra nếu hai đầu dây cố định thì không xảy ra sóng dừng

* **Trường hợp 2:** Một đầu tự do, một đầu cố định.

Chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f}$$

$$k = \frac{2lf}{v} - \frac{1}{2} = \frac{2.0,21.100}{42} - \frac{1}{2} = 10 \text{ thỏa } k \in \mathbb{Z}$$

Vậy có sóng dừng tạo ra trong trường hợp một đầu tự do, một đầu cố định.

Số bụng sóng = số bó sóng + 1 = 10 +1 = 11 ⇒ *Chọn B*

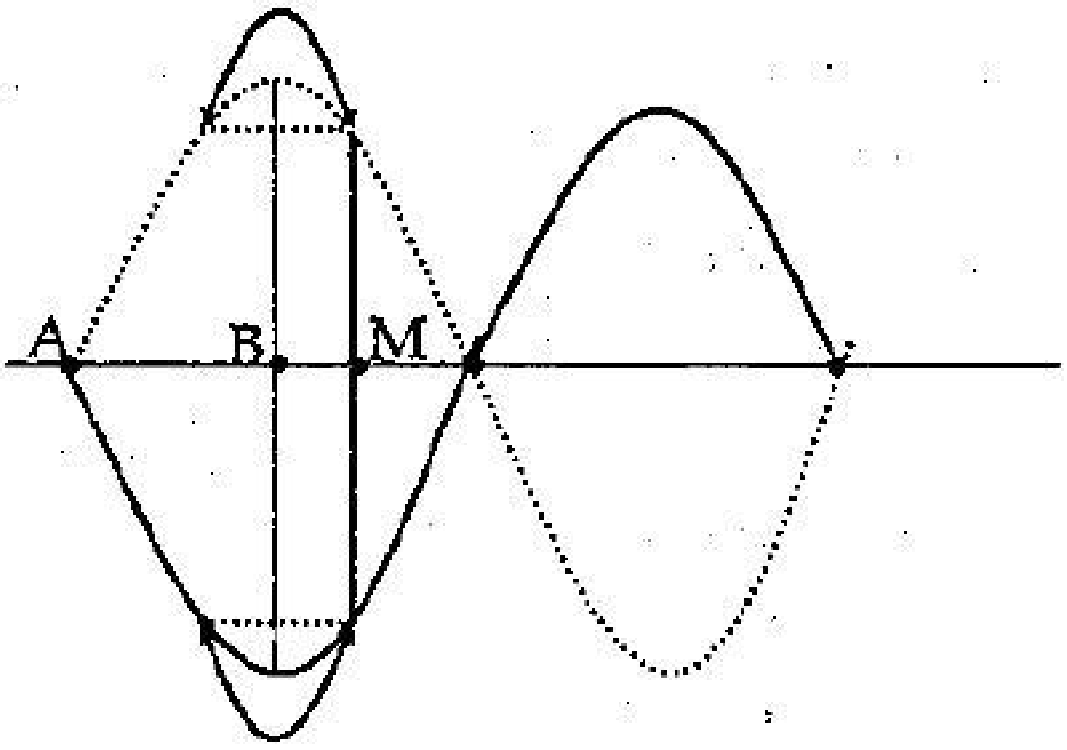
Ví dụ 15: Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây, A là một điểm nút, B là điểm bụng gần A nhất với AB = 18 cm, M là một điểm trên dây cách B một khoảng 12 cm. Biết rằng trong một chu kỳ sóng, khoảng thời gian mà độ lớn vận tốc dao động của phần tử B nhỏ hơn vận tốc cực đại của phần tử M là 0,1s. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

A. 3,2 m/s.
B. 5,6 m/s.
C. 4,8 m/s.
D. 2,4 m/s.

Hướng dẫn giải:

+ A là nút; B là điểm bụng gần A nhất

⇒Khoảng cách: $AB = \frac{\lambda}{4} = 18cm$, ⇒ $\lambda = 4.18 = 72cm$



+ Biên độ sóng dừng tại một điểm M bất kì trên dây:

$A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d_M}{\lambda}\right|$

(Với d_M là khoảng cách từ B đến M; a là biên độ của sóng tới và sóng phản xạ)

Với $d_M = MB = 12cm = \frac{\lambda}{6}$

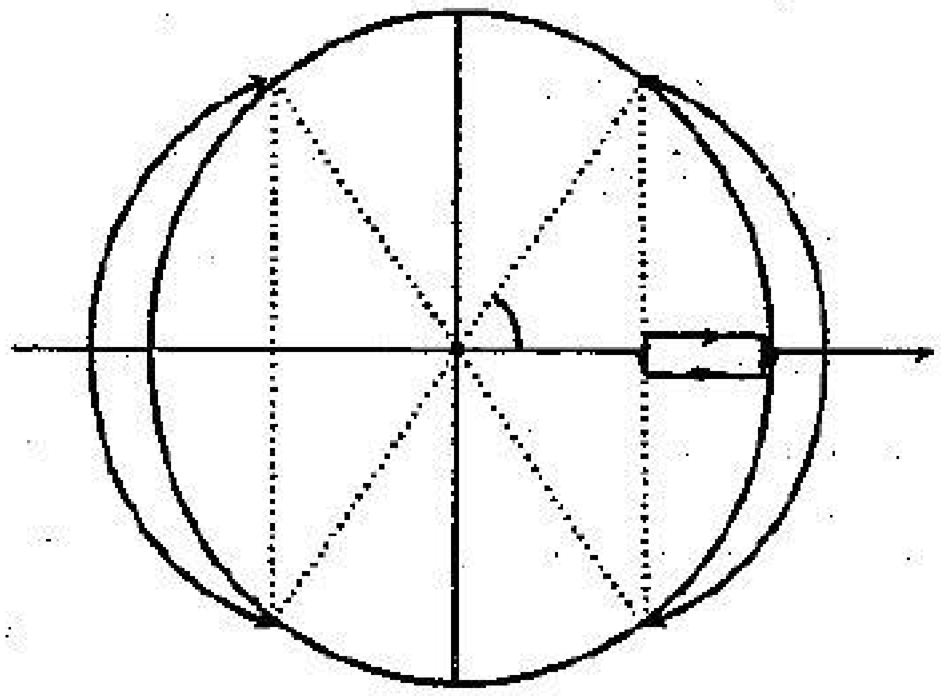
$\Rightarrow A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi.12}{72}\right| = 2a\left|\sin\frac{\pi}{3}\right| = 2a.\frac{\sqrt{3}}{2} = a\sqrt{3}$

+ Tốc độ cực đại tại M: $v_{M\,max} = A_M.\omega = a\sqrt{3}\,\omega$

+ Tốc độ của phần tử tại B (bụng sóng) khi có li độ $x_B = A_M$ là:

$v_B = \omega x_B = a\sqrt{3}\,\omega = v_{M\,max}$

* Phần tử tại bụng sóng: Càng ra biên tốc độ càng giảm ⇒ Thời gian mà độ lớn vận tốc dao động của phần tử B nhỏ hơn vận tốc cực đại của phần tử M (Ứng với lúc phần tử của bụng sóng qua vị trí có li độ M ra biên và trở về M)



+ $\cos\varphi = \frac{a\sqrt{3}}{2a} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$

+ Trong 1 chu kỳ: Thời gian mà độ lớn vận tốc dao động của phần tử B nhỏ hơn vận tốc cực đại của phần tử M là

$\Delta t = 4\frac{\varphi}{\omega} = 1.\frac{\pi.T}{6.2\pi} = \frac{T}{3} = 0,1s$

$\Rightarrow T = 3.0,1 = 0,3s$

* Tốc độ truyền sóng cơ: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{72}{0,3} = 240$ cm/s = 2,4m/s

* Lưu ý: M ở trong đoạn AB hay M ở ngoài đoạn AB đều đúng.

Chọn D.

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 1. Phát biểu nào sau đây là **đúng**?

A. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì nguồn phát sóng ngừng dao động còn các điểm trên dây vẫn dao động

B. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì trên dây có các điểm dao động mạnh xen kẽ với các điểm đứng yên.

C. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì trên dây chỉ còn sóng phản xạ, còn sóng tới bị triệt tiêu.

D. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì tất cả các điểm trên dây đều dừng lại không dao động.

Hướng dẫn giải:

A. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì nguồn phát sóng (vẫn dao động) ~~ngừng dao động~~ còn các điểm trên dây *có các điểm dao động mạnh* (bụng sóng) *xen kẽ với các điểm đứng yên* (nút sóng). **Sai**

B. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì trên dây có các điểm dao động mạnh (bụng sóng) xen kẽ với các điểm đứng yên (nút sóng). **Đúng**

C. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì trên dây (có cả sóng phản xạ và sóng tới) ~~chỉ còn sóng phản xạ, còn sóng tới bị triệt tiêu.~~ **Sai**

D. Khi có sóng dừng trên dây đàn hồi thì tất cả các điểm trên dây *(có các điểm dao động mạnh bụng sóng xen kẽ với các điểm đứng yên nút sóng)* ~~đều dừng lại không dao động.~~ **Sai**

Chọn B

Câu 2: Thực hiện sóng dừng trên dây AB có chiều dài l với đầu B cố định, đầu A dao động theo phương trình u = acos2πft. Gọi M là điểm cách B một đoạn d, bước sóng là λ, k là các số nguyên. Khẳng định nào sau đây là **sai**?

A. Vị trí các nút sóng được xác định bởi công thức d = kλ/2.

B. Vị trí các bụng sóng được xác định bởi công thức d = (2k + 1)λ/2.

C. Khoảng cách giữa một nút sóng và một bụng sóng liên tiếp là d = λ/4.

D. Khoảng cách giữa hai bụng sóng liên tiếp là d = λ/2.

Hướng dẫn giải:

Đầu B cố định, đầu A dao động theo phương trình u = acos2πft nên suy ra A ,B đều cố định.

A. Vị trí các nút sóng được xác định bởi công thức d = kλ/2. Đúng

B. d = (2k + 1)λ/2 = kλ + λ/2 đây là vị trí các nút sóng nên suy ra câu này sai.

C. Khoảng cách giữa một nút sóng và một bụng sóng liên tiếp là d = λ/4. Đúng

D. Khoảng cách giữa hai bụng sóng liên tiếp là d = λ/2. Đúng

Chọn B

Câu 3. Khi có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi thì

A. khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng là một nửa chu kỳ sóng.

B. khoảng cách giữa điểm nút và điểm bụng liền kề là một nửa bước sóng.

C. tất cả các phần tử trên dây đều đứng yên.

D. hai điểm đối xứng với nhau qua một điểm nút luôn dao động cùng pha.

Hướng dẫn giải:

Khi có sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi thì

A. khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng là một nửa chu kì sóng. **Đúng**

B. khoảng cách giữa điểm nút và điểm bụng liền kề là ~~một nửa bước sóng~~ *một phần tư bước sóng.* **Sai**

C. tất cả các phần tử trên dây ~~đều đứng yên.~~ *Có các điểm dao động với các biên độ khác nhau.* **Sai**

D. hai điểm đối xứng với nhau qua một điểm nút luôn dao động ~~cùng~~ ngược pha. **Sai**

Chọn A

Câu 4: Trên một sợi dây có sóng dừng với bước sóng là λ. Khoảng cách giữa hai nút sóng liền kề là

A. $\lambda/2$. B. 2λ. C. $\lambda/4$. D. λ.

Hướng dẫn giải:

Khoảng cách giữa hai nút sóng liền kề là $\lambda/2$.

Câu 5. Trên một sợi dây có chiều dài l, hai đầu cố định, đang có sóng dừng. Trên dây có một bụng sóng. Biết vận tốc truyền sóng trên dây là v không đổi. Tần số của sóng là

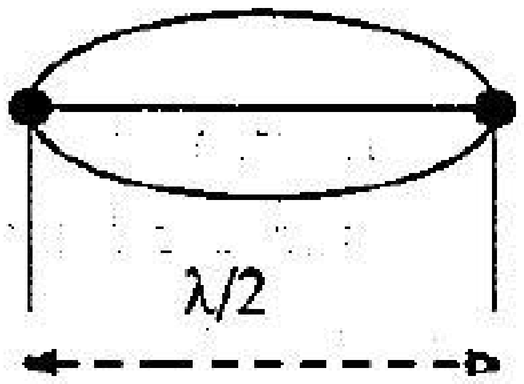
A. v/ℓ. B. $v/(2\ell)$. C. $2v/\ell$. D. $v/(4\ell)$

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây của sóng dừng hai đầu cố định:

$$1 = k\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f}$$

Trên dây có một bụng sóng nên có một bó sóng, suy ra $k = 1 \Rightarrow f = \frac{v}{2l}$. *Chọn B*



Câu 6: Một sợi dây đàn hồi AB dài ℓ được căng ngang, đầu A sợi dây được rung để hình thành một sóng ngang với phương trình $u_A = A\cos(\omega t)$, đầu B cố định. Bước sóng trên sợi dây là λ. Khi đó sóng phản xạ tại đầu B có phương trình là:

A. $u'_B = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$ B. $u'_B = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi l}{\lambda}\right)$

C. $u'_B = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} - \pi\right)$ D. $u'_B = A\cos\left(\omega t + \frac{2\pi l}{\lambda} - \pi\right)$

Hướng dẫn giải:

Phương trình sóng tới tại B là

Tại B cố định, dẫn đến sóng phản xạ ngược pha với sóng tới phương trình sóng phản xạ là

$u'_B = -A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda}\right) \Rightarrow u'_B = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi l}{\lambda} - \pi\right)$. ***Chọn C***

Câu 7: Sóng dừng xảy ra trên một sợi dây đàn hồi có một đầu cố định và một đầu tự do là:

A. chiều dài sợi dây bằng một số lẻ lần một phần tư bước sóng.

B. chiều dài sợi dây bằng một số nguyên lần nửa bước sóng.

C. chiều dài sợi dây bằng một số nguyên lần bước sóng.

D. chiều dài sợi dây bằng một số lẻ lần một nửa bước sóng.

Hướng dẫn giải:

Để có sóng dừng trên một sợi dây, một đầu cố định, một đầu tự do, thì chiều dài sợi dây bằng một số lẻ lần một phần tư bước sóng

$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$ với $k = 0,1,2$ ….. ⇒ ***Chọn A.***

Câu 8: Khi có sóng dừng trên sợi dây thì khẳng định nào sau đây là sai.

A. Hai phần tử trên sợi dây nằm trên hai bụng cạnh nhau thì dao động ngược pha nhau.

B. Các phần tử nằm giữa hai nút sóng liền nhau luôn dao động cùng pha nhau.

C. Khoảng cách giữa hai nút sóng là với λ là bước sóng và k ∈ Z.

D. Các điểm trên sợi dây chỉ có thể đứng yên hoặc dao động với biên độ cực đại.

Hướng dẫn giải:

Các điểm trên sợi dây dao động với biên độ từ 0 đến cực đại, do vậy khi khẳng định các điểm trên sợi dây chỉ có thể đứng yên hoặc dao động với biên độ cực đại là sai. ***Đáp án là D.***

Câu 9: Khẳng định nào sau đây là sai khi nói về sóng dừng.

A. Sóng dừng là sóng có các nút và các bụng cố định trong không gian.

B. Khoảng cách giữa hai nút hoặc hai bụng liên tiếp bằng nửa bước sóng.

C. Sóng dừng là một trường hợp của hiện tượng giao thoa sóng.

D. Điều kiện để có sóng dừng là chiều dài sợi dây phải bằng một số nguyên lần bước sóng.

Hướng dẫn giải:

Tuỳ thuộc vào cách bố trí sợi dây như hai đầu cố định, một đầu tự do thì điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây là khác nhau. Do đó khẳng định D là chưa chuẩn. *Chọn D*

Câu 10: Khi có sóng dừng trên sợi dây đàn hồi hai đầu cố định, người ta thấy trên dây hình thành 7 nút sóng cả hai đầu dây khi tần số sóng là 42Hz. Với vận tốc sóng trên dây là không đổi, để trên dây hình thành 5 nút sóng cả hai đầu dây thì tần số sóng trên dây là:

A. 30Hz. B. 28Hz. C. 56,8Hz. D. 45Hz.

Hướng dẫn giải:

Gọi v là vận tốc truyền sóng. Gọi λ và λ′ là bước sóng khi có 7 nút và có 5 nút. Tương ứng với tần số là f và f′. Trên dây có 7 nút hoặc 5 nút sóng kể cả hai đầu dây

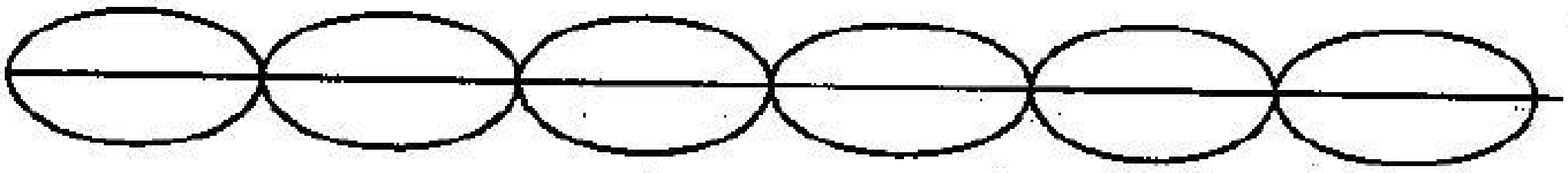
$$\Rightarrow l = 6\frac{\lambda}{2} = 4\frac{\lambda'}{2} \Leftrightarrow 3\lambda = 2\lambda' \Rightarrow 3\frac{v}{f} = 2\frac{v}{f'} \Rightarrow f' = \frac{2f}{3} = \frac{2.42}{3} = 28Hz$$

⇒ *Chọn B*

Câu 11. Trên một sợi dây đàn hồi dài 1,8m, hai đầu cố định, đang có sóng dừng với 6 bụng sóng. Biết sóng truyền trên dây có tần số 100Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là :

A. 20m/s B. 600m/s C. 60m/s D. 10m/s.

Hướng dẫn giải:



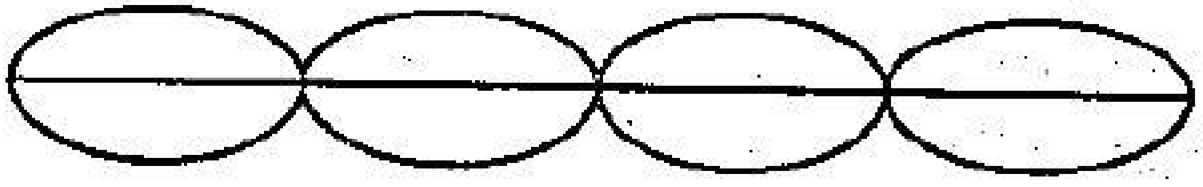
Chiều dài dây 2 đầu cố định với 6 bụng sóng:

$$l = k\frac{\lambda}{2} = 6\frac{\lambda}{2} = \frac{3v}{f} \Rightarrow v = \frac{lf}{3} = \frac{1,8.100}{3} = 60m/s$$. *Chọn C*

Câu 12. Một sợi dây AB có chiều dài 1 m căng ngang, đầu A cố định, đầu B gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hoà với tần số 20 Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định với 4 bụng sóng, B được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 50 m/s B. 2 cm/s C. 10 m/s D. 2,5 cm/s

Hướng dẫn giải:



Đầu B gắn vào nhánh âm thoa ⇒ đầu B cố định

⇒ bài toán đang xét là sóng dừng với hai đầu cố định.

Theo đề bài : sóng dừng ổn định với 4 bụng sóng ⇒ có 4 bó sóng. Vậy k = 4

Chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} = 4\frac{\lambda}{2} = 2\frac{v}{f} \Rightarrow v = \frac{lf}{2} = \frac{1.20}{2} = 10m/s$$. *Chọn C*

Câu 13. Một sợi dây AB dài 100 cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40 Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s. Kể cả A và B, trên dây có

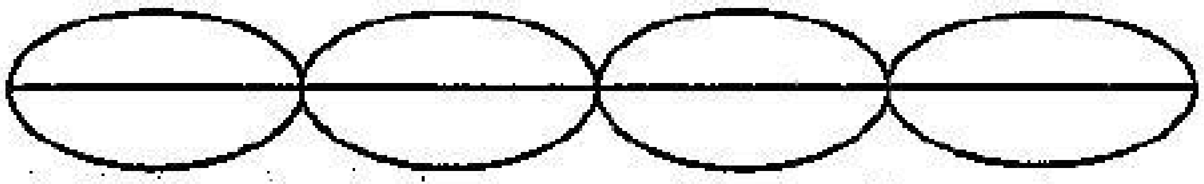
A. 3 nút và 2 bụng.　　B. 7 nút và 6 bụng.

C. 9 nút và 8 bụng.　　D. 5 nút và 4 bụng.

Hướng dẫn giải:

Đầu A, đầu B cố định ⇒ chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow k = \frac{2lf}{v} = \frac{2.1.40}{20} = 4$$



⇒ Có 4 bó sóng ⇒ Có 4 bụng sóng và 5 nút sóng. *Chọn D*

Câu 14. Một sợi dây đàn hồi căng ngang, hai đầu cố định. Trên dây có sóng dừng, tốc độ truyền sóng không đổi. Khi tần số sóng trên dây là 42 Hz thì trên dây có 4 điểm bụng. Nếu trên dây có 6 điểm bụng thì tần số sóng trên dây là

A. 252 Hz.　　B. 126 Hz.　　C. 28 Hz.　　D. 63 Hz.

Hướng dẫn giải:

Sóng dừng trên dây có 4 bụng ⇒ có 4 bó sóng ⇒ k = 4

Sóng dừng trên dây có 6 bụng ⇒ có 6 bó sóng ⇒ k′ = 6

Chiều dài sợi dây của sóng dừng hai đầu cố định:

+ với tần số f = 42Hz: $l = 4\frac{\lambda}{2} = 2\lambda = 2\frac{v}{f}$ (1)

+ với tần số f′: $l = 6\frac{\lambda}{2} = 3\lambda = 3\frac{v}{f'}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow f' = \frac{3f}{2} = 3.\frac{42}{2} = 63\text{Hz}$. *Chọn D*

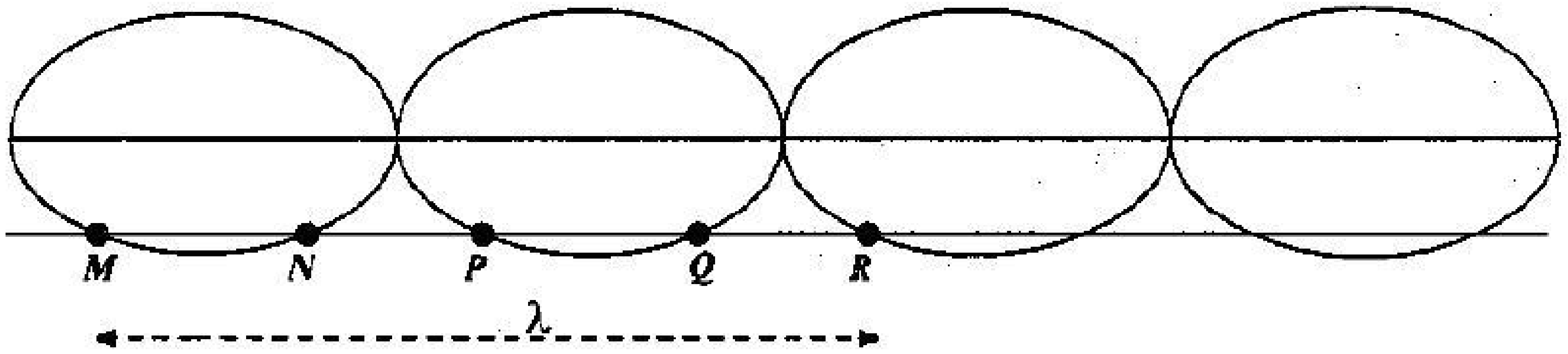
Câu 15. Trên một sợi dây căng ngang với hai đầu cố định đang có sóng dừng. Không xét các điểm bụng hoặc nút, quan sát thấy những điểm có cùng biên độ và ở gần nhau nhất thì đều cách đều nhau 15cm. Bước sóng trên dây có giá trị bằng

A. 30 cm.　　B. 60 cm　　C. 90 cm.　　D. 45 cm.

Hướng dẫn giải:

Gọi M, N, P, Q, R là các điểm liên tiếp nhau có cùng biên độ và cách đều nhau.

Theo đề cho, ta có: MN = NP = PQ = QR =15 cm

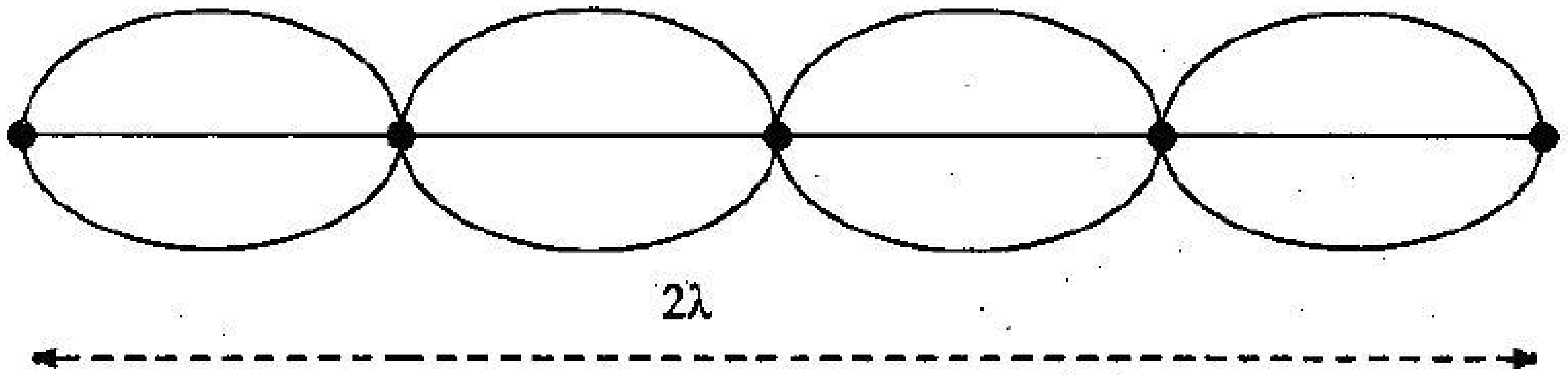


⇒ Bước sóng: = MR = 4MN = 4.15 =60cm **chọn B**

Câu 16. Trên một sợi dây đàn hồi dài 100 cm với hai đầu A và B cố định đang có sóng dừng, tần số sóng là 50 Hz. Không kể hai đầu A và B, trên dây có 3 nút sóng . Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 15 m/s B. 30 m/s C. 20 m/s D. 25 m/s

Hướng dẫn giải:



Không kể hai đầu A và B, trên dây có 3 nút sóng

⇒ có tổng cộng 5 nút ⇒ có 4 bụng ⇒ có 4 bó. Vậy k = 4

Chiều dài sợi dây hai đầu cố định thỏa mãn:

$l = k\frac{\lambda}{2} = 4\frac{\lambda}{2} = 2\frac{v}{f} \Rightarrow v = \frac{lf}{2} = \frac{1.50}{2} = 25m/s$. *Chọn D*

Câu 17: Một sợi dây AB dài 100 cm căng ngang, đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh của âm thoa dao động điều hòa với tần số 40 Hz. Trên dây AB có một sóng dừng ổn định, A được coi là nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là 20 m/s. Kể cả A và B, trên dây có

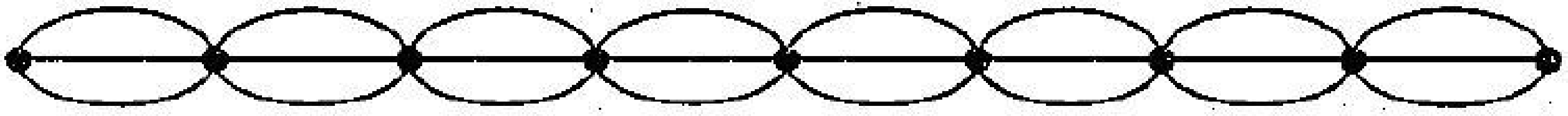
A. 7 nút và 6 bụng. B. 5 nút và 4 bụng.

C. 9 nút và 8 bụng D. 3 nút và 2 bụng.

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây hai đầu cố định thỏa mãn :

$$l = k\frac{\lambda}{2} = k\frac{v}{2f} \Rightarrow k = \frac{2lf}{v} = \frac{2.1.80}{20} = 8$$

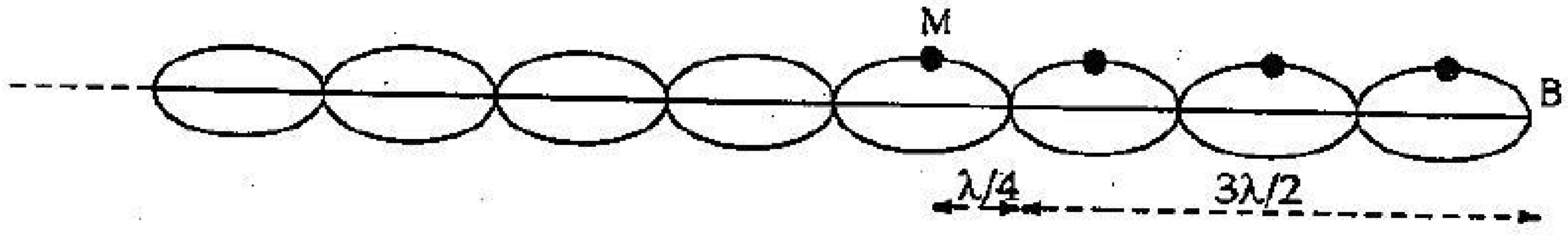


⇒ Có 8 bó sóng ⇒ có 8 bụng sóng ⇒ có 9 nút sóng. *Chọn C*

Câu 18. Dây AB = 40cm căng ngang, 2 đầu cố định, khi có sóng dừng thì tại M là bụng thứ 4 (kể từ B),biết BM=14cm. Tổng số bụng trên dây AB là

A. 8 B. 10 C. 14 D. 12

Hướng dẫn giải:



M là bụng thứ 4 (kể từ B) ⇒ M được xác định trên hình vẽ

$$BM = \frac{3\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{7\lambda}{4} = 14cm \Rightarrow \lambda = 8cm$$

Chiều dài sợi dây hai đầu cố định thỏa mãn:

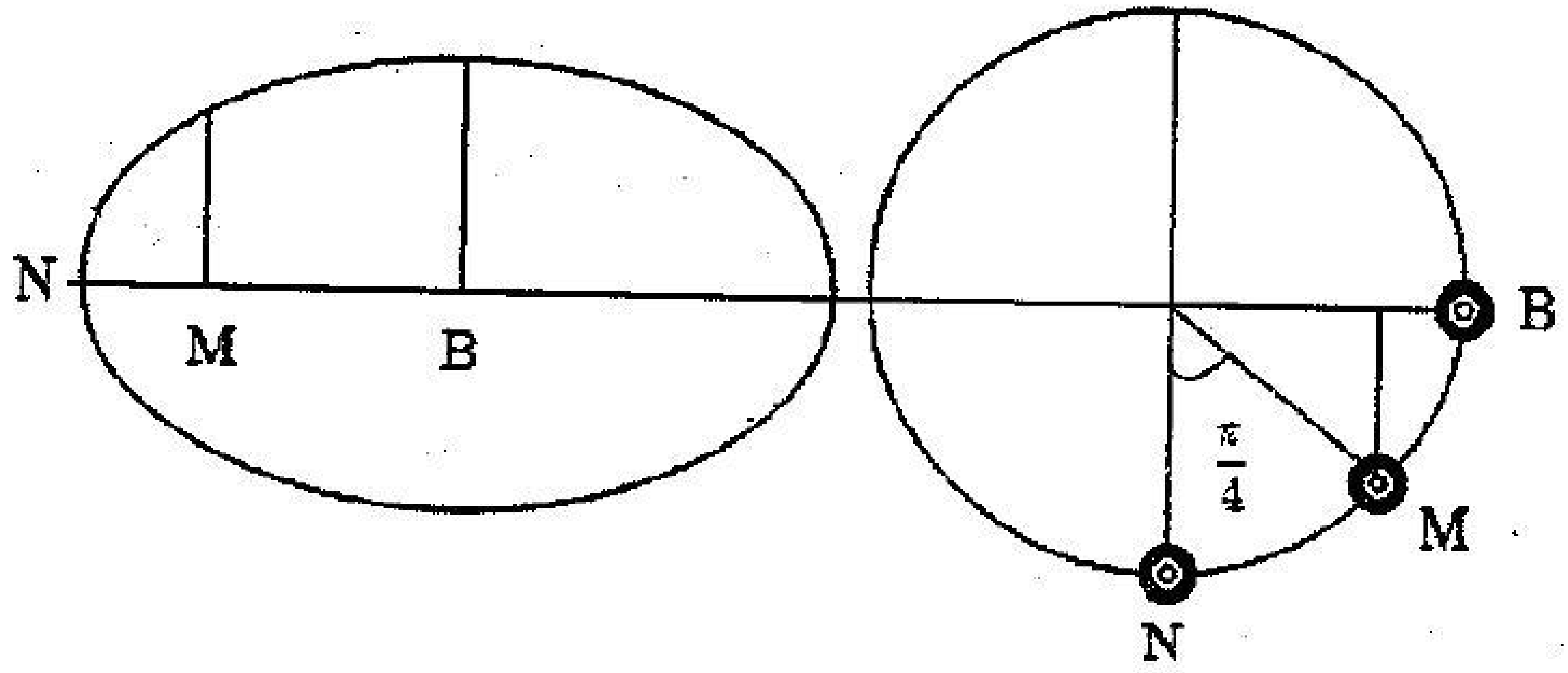
$$l = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow k = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2.40}{8} = 10$$

Vậy có 10 bó sóng ⇒ có 10 bụng sóng. *Chọn B*

Câu 19: Một sóng dừng trên một đoạn dây có dạng $u = A\sin(bx).\cos(\omega t)$ (mm), trong đó x đo bằng cm, t đo bằng giây. Cho biết bước sóng bằng 0,4m và biên độ dao động của một phần tử cách một nút sóng một đoạn 5cm có giá trị là 5mm. Biên độ A của bụng sóng là:

A. $5\sqrt{2}$ (mm) B. 10 (mm) C. 5 (mm) D. $10\sqrt{2}$ (mm)

Hướng dẫn giải:



Gọi điểm nút là N, điểm cách nút 5cm là M.

Độ lệch pha biên độ tại N và M: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{MN}{\lambda} = 2\pi\frac{5}{40} = \frac{\pi}{4}$

Từ vòng tròn ta thấy, li độ của bụng sóng (điểm B) tại điểm M là:

$$u_B = a_M = \frac{A\sqrt{2}}{2} = 5 \Rightarrow A = 5\sqrt{2}mm$$. *Chọn A*

Câu 20: Trên một sợi dây đàn hồi đang xảy ra sóng dừng, hai điểm riêng biệt trên dây tại một thời điểm **không** thể

A. dao động ngược pha.

B. đứng yên.

C. dao động lệch pha $\frac{\pi}{2}$.

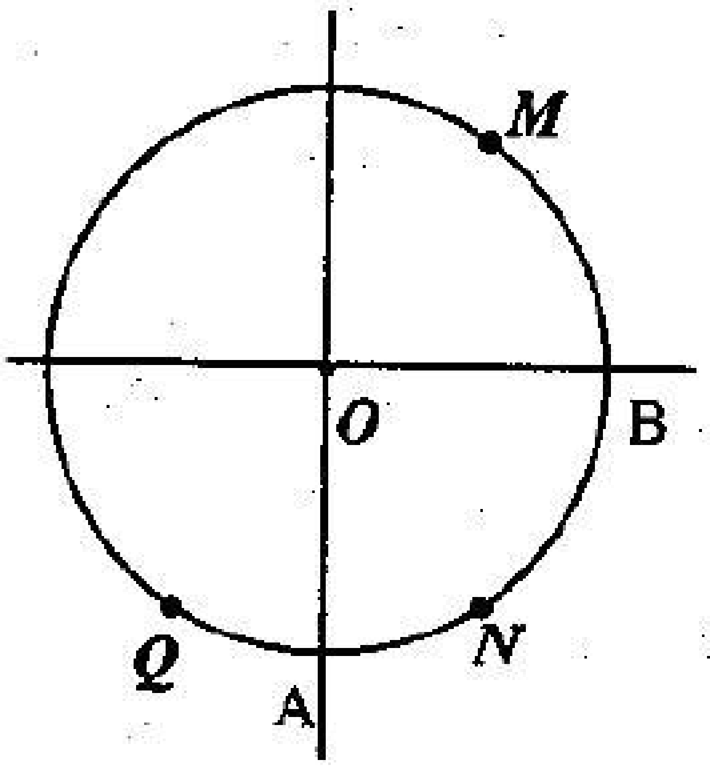
D. dao động cùng pha.

Hướng dẫn giải:

Hai điểm đối xứng với nhau qua một bụng thì dao động cùng pha.

Đối xứng với nhau qua một bụng ở đây được hiểu là đối xứng với nhau qua đường thẳng đi qua bụng sóng và vuông góc với phương truyền sóng.

Sử dụng vecto quay, ta có:



Xét B là một bụng sóng. M, N là 2 điểm đối xứng với nhau qua bụng B suy ra M, N dao động cùng pha.

Hai điểm đối xứng với nhau qua một nút thì dao động ngược pha.

Xét A là một nút sóng. N, Q đối xứng với nhau qua nút A suy ra dao động tại N, Q ngược pha với nhau.

Nếu xét về pha thì trên một sợi dây đàn hồi đang xảy ra sóng dừng chỉ có thể cùng pha hoặc ngược pha, không có vuông pha.

Chọn C

Câu 21: Một sợi dây mảnh đàn hồi dài 100cm có hai đầu A, B cố định. Trên dây có một sóng dừng với tần số 60Hz và có 3 nút sóng không kể A và B. Bước sóng là

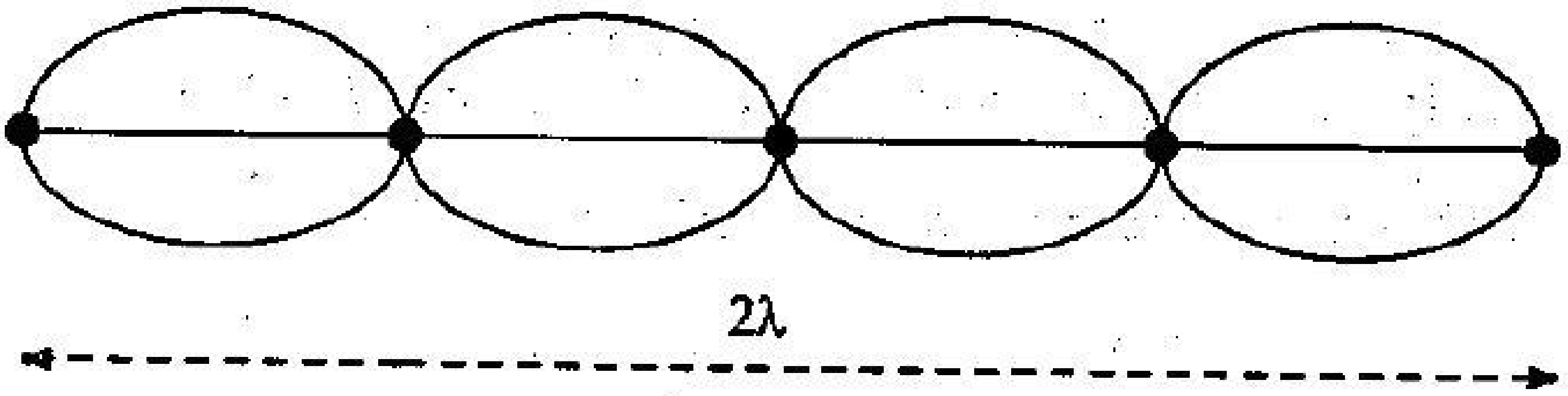
A. 1m.

B. 0,5m.

C. 0,4cm.

D. 0,6m.

Hướng dẫn giải:



Không kể hai đầu A và B, trên dây có 3 nút sóng

⇒ có tổng cộng 5 nút ⇒ có 4 bụng ⇒ có 4 bó. Vậy k = 4

Chiều dài sợi dây hai đầu cố định thỏa mãn:

$l = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{k} = \frac{2.1}{4} = 0{,}5m$. *Chọn B*

Câu 22: Một dây AB hai đầu cố định AB = 50cm, vận tốc truyền sóng trên dây 1m/s, tần số rung trên dây 100Hz. Điểm M cách A một đoạn 3,5cm là nút hay bụng sóng thứ mấy kể từ A:

A. bụng sóng thứ 8.
B. nút sóng thứ 8.
C. nút sóng thứ 7.
D. bụng sóng thứ 7.

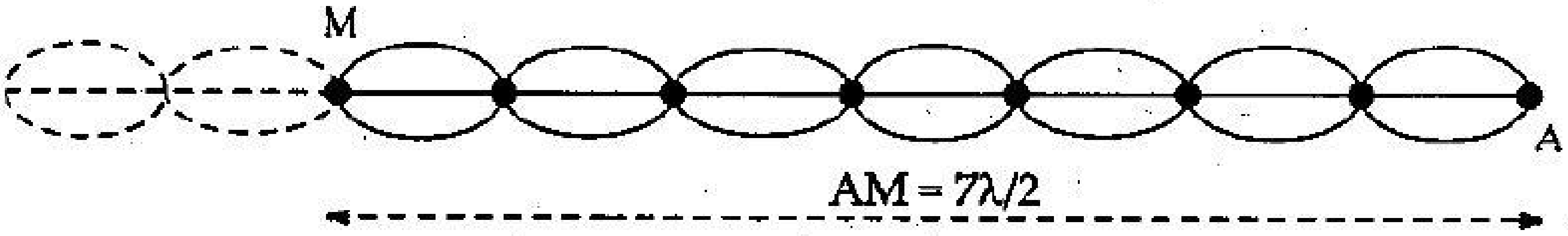
Hướng dẫn giải:

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{100}{100} = 1cm$

Xét tỉ số độ dài AM với bước sóng λ:

$\frac{AM}{\lambda} = \frac{3,5}{1} = 3,5 \Rightarrow AM = 3,5\lambda = 7\frac{\lambda}{2} = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow k = 7 \Rightarrow$ M là nút thứ 8.

Để dễ hiểu ta xem hình vẽ sau:



Chọn B

Câu 23: Trên dây AB dài 2m có sóng dừng có hai bụng sóng, đầu A nối với nguồn dao động (coi là một nút sóng), đầu B cố định. Tìm tần số dao động của nguồn, biết vận tốc sóng trên dây là 200m/s.

A. 50Hz
B. 25Hz
C. 200Hz
D. 100Hz

Hướng dẫn giải:

Sóng dừng có hai bụng sóng ⇒ có hai bó sóng. Vậy k = 2

Chiều dài sợi dây hai đầu cố định thỏa mãn: $l = k\frac{\lambda}{2} = 2\frac{\lambda}{2} = \lambda = 2cm$

Tần số dao động của nguồn là: $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{200}{2} = 100Hz$. *Chọn D*

Câu 24. Một sợi dây đàn hồi được treo thẳng đứng vào một điểm. Người ta cho điểm này dao động, tạo ra sóng dừng trên dây với tần số nhỏ nhất là f_1. Để lại có sóng dừng, phải tăng tần số tối thiểu đến f_2. Tỉ số $\frac{f_2}{f_1}$ bằng:

A. 4.
B. 3.
C. 6.
D. 2.

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} \Rightarrow \begin{cases} f_1 = \frac{v}{4l}(k=0) \\ f_2 = \frac{3v}{4l}(k=1) \end{cases} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = 3$$

Chọn B

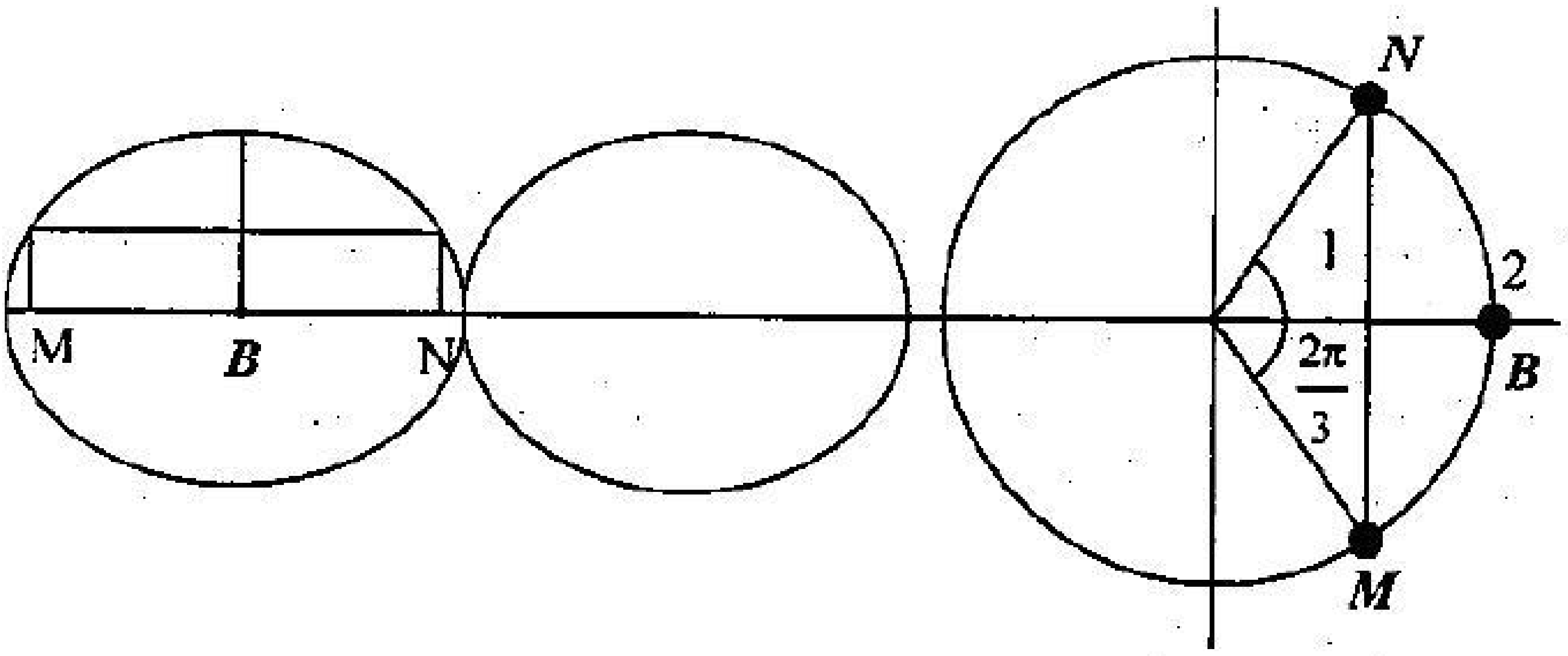
Câu 25: Trên dây có sóng dừng với bước sóng 60cm, bụng sóng dao động với biên độ 2,0mm. Khoảng cách gần nhất giữa hai điểm trên dây dao động với biên độ 1,0mm là

A. 40cm. B. 10cm. C. 60cm. D. 20cm.

Hướng dẫn giải:

Gọi M,N là hai điểm gần nhất trên dây dao động với biên độ 1,0mm.

⇒ M,N được xác định như hình vẽ.



Li độ của bụng sóng tại M và N là: $u_M = u_N = \frac{a_B}{2} = \frac{2}{2} = 1\text{mm}$

$$\widehat{MOB} = \widehat{BON} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \widehat{MON} = \frac{2\pi}{3} = \Delta\varphi$$

Độ lệch pha biên độ của hai điểm M, N là:

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{MN}{\lambda} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow MN = \frac{\lambda}{3} = \frac{60}{3} = 20\text{cm}$$. *Chọn D*

Câu 26: Cho ống sáo có một đầu bịt kín và một đầu để hở. Biết rằng ống sáo phát ra âm to nhất ứng với hai giá trị tần số của hai họa âm liên tiếp là 150 Hz và 250 Hz. Tần số âm nhỏ nhất khi ống sáo phát ra âm to nhất bằng

A. 50 Hz. B. 75 Hz C. 25 Hz. D. 100 Hz.

Phân tích

Đây là trường hợp tạo sóng dừng của sóng âm. Trường hợp này giống trường hợp sóng dừng của sợi dây một đầu tự do, một đầu cố định. Vì thế:

Hướng dẫn giải:

Chiều dài ống sáo thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f} \Rightarrow f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l}$$

Đặt $f_k = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l}$ (1)

$$\Rightarrow f_{k+1} = \left(k + \frac{1}{2} + 1\right)\frac{v}{2l} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} + \frac{v}{2l} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), ta có:

$$\Rightarrow f_{k+1} - f_k = \frac{v}{2l} \Leftrightarrow 250 - 150 = \frac{v}{2l} \Rightarrow \frac{v}{2l} = 100$$

⇒ tần số nhỏ nhất để có sóng dừng trên dây ứng với $k = 0$.

$$f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} \Rightarrow f_{min} = \frac{v}{4l} = \frac{100}{2} = 50hz$$. *Chọn A*

Chú ý: Giải nhanh theo công thức: $f_{min} = \frac{f_{k+1} - f_k}{2} = \frac{250 - 150}{2} = 50Hz$

Câu 27: Một sợi dây đàn hồi AB dài 1,2m đầu A cố định đầu B tự do, được rung với tần số f và trên dây có sóng lan truyền với vận tốc 24m/s. Quan sát sóng dừng trên dây người ta thấy có 9 nút. Tần số dao động của dây là:

A. 95Hz B. 85Hz C. 80Hz. D. 90Hz.

Hướng dẫn giải:

Số nút = số bụng = số bó + 1 = k + 1 = 9 ⇒ k = 8

Chiều dài dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(8 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \frac{17\lambda}{4} = \frac{17v}{4f} \Rightarrow f = \frac{17v}{4l} = \frac{17.24}{4.1,2} = 85Hz$$

Chọn B

Câu 28: Một sợi dây đàn hồi dài 130 cm, có đầu A cố định, đầu B tự do dao động với tần 100 Hz, vận tốc truyền sóng trên dây là 40 m/s. Trên dây có bao nhiêu nút và bụng sóng:

A. có 6 nút sóng và 6 bụng sóng. B. có 7 nút sóng và 6 bụng sóng.

C. có 7 nút sóng và 7 bụng sóng. D. có 6 nút sóng và 7 bụng sóng.

Hướng dẫn giải:

Nhận xét: sóng dừng tạo ra bởi một đầu tự do, một đầu cố định

⇒ số nút = số bụng = số bó + 1

Vì thế loại đáp số B và D (do bụng, nút không bằng nhau)

Chiều dài sợi dây thỏa mãn:

$$l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f} \Rightarrow k = \frac{2lf}{v} - \frac{1}{2} = \frac{2.1,3.100}{40} - \frac{1}{2} = 6$$

Số nút = số bụng = số bó + 1 = 6 + 1 = 7. *Chọn C*

Câu 29: Sợi dây AB =21cm với đầu B tự do. Tạo ra tại A một dao động ngang có tần số f. Vận tốc truyền sóng là 4m/s, muốn có 8 bụng sóng thì tần số dao động phải là bao nhiêu ?

A. 71,4Hz B. 7,14Hz. C. 714Hz D. 74,1Hz

Hướng dẫn giải:

Chiều dài sợi dây thỏa mãn: $l = k\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f}$

Muốn sóng dừng trên dây có 8 bụng sóng $\Rightarrow$ phải có 7 bó sóng $\Rightarrow k = 7$

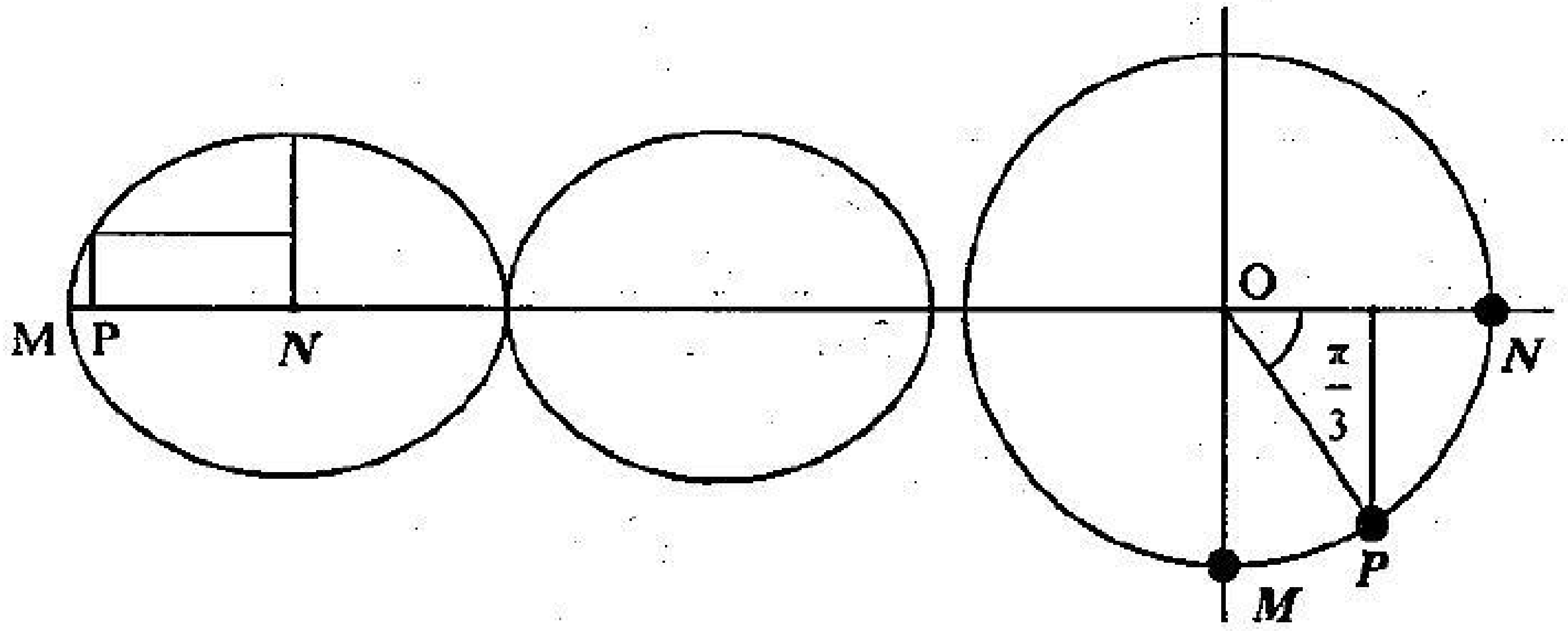
$\Rightarrow f = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2l} = \left(7 + \frac{1}{2}\right)\frac{4}{2.0,21} = 71,4\text{Hz}$

Chọn A

Câu 30. Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây M là một điểm nút, N là một điểm bụng gần M nhất, MN = 15 cm, gọi P là một điểm trong khoảng MN có biên độ bằng một nửa biên độ của N. Khoảng cách NP là

A.16/3 B.10 C.20/3 D.15

Hướng dẫn giải:



M, N là nút và bụng gần nhau nhất $\Rightarrow MN = \frac{\lambda}{4}$

Bước sóng: $\lambda = 4MN = 4.15 = 60$ cm

Biên độ điểm P bằng một nửa biên độ điểm N.

Từ vòng tròn suy ra: $\widehat{NOP} = \frac{\pi}{3} = \Delta\varphi$

Độ lệch pha biên độ tại N và P là: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{NP}{\lambda} = \frac{\pi}{3}$

$NP = \frac{\lambda}{6} = \frac{60}{6} = 10$ cm. *Vậy chọn A*

Câu 31. Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có sóng dừng ổn định. Trên dây, A là một điểm nút, B là điểm bụng gần A nhất với AB = 18 cm, M là một điểm trên dây cách B một khoảng 12 cm. Biết rằng trong một chu kỳ sóng, khoảng thời gian mà độ lớn vận tốc dao động của phần tử B lớn hơn vận tốc cực đại của phần tử M là 0,1s. Tốc độ truyền sóng trên dây là:

A. 3,8 m/s. B. 4,8 m/s. C. 8,8 m/s. D. 10,8 m/s.

Hướng dẫn giải:

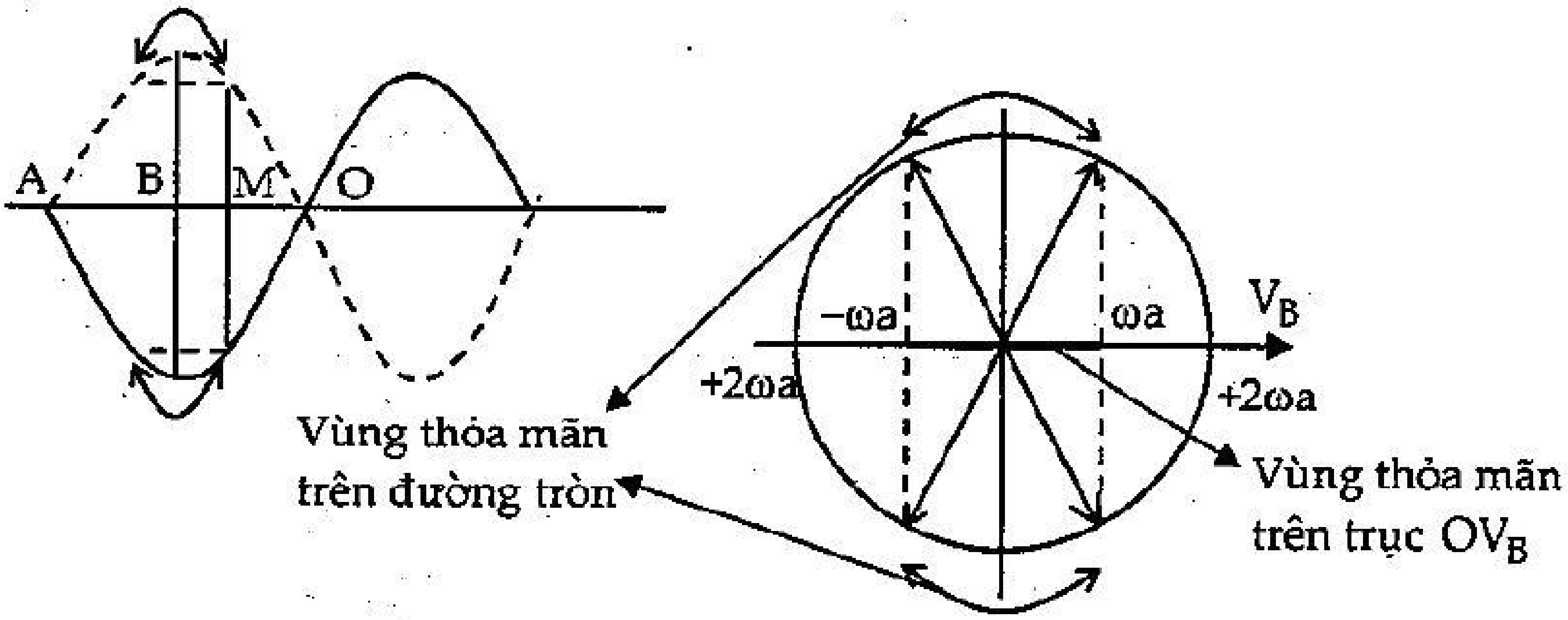
+ A là nút; B là điểm bụng gần A nhất

⇒ Khoảng cách AB = $\frac{\lambda}{4} = 18\text{cm} \Rightarrow \lambda = 4.18 = 72\text{cm}$

Công thức tính biên độ của một phần tử trên dây có sóng dừng là:

$$A_M = 2a\left|\sin\frac{2\pi d_M}{\lambda}\right|$$

với $d_M = x_m$ là tọa độ của điểm M so với nút sóng nào đó . Thường để đơn giản, ta hay chọn nút sóng gần nhất.



* Như vậy để cho M cách B là 12 cm và A cách B là 18 cm . Nếu chọn nút gần M nhất làm gốc O thì M sẽ cách O là 18 – 12 = 6 cm

⇒ vậy biên độ của điểm M là:

$A_M = 2a\sin(2\pi x_M/\lambda) = 2a\sin(2\pi.6/12) = a$

⇒ vận tốc cực đại của M là $v_{max} = \omega a$

* Vì B là bụng nên $A_B = 2a$

⇒ Phương trình dao động của B là $u_B = 2A\cos(\omega t + \varphi)$

⇒ Phương trình vận tốc của B là $v_B = 2\omega A\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$

* Khoảng thời gian để $|v_B| > v_{M\max} = \omega a$ là $\Delta t = 2T/3 = 0{,}1$(hình vẽ)

⇒ T = 3/20 s ⇒ vận tốc truyền sóng trên dây:

$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{72.20}{3} = 480\text{cm/s} = 4{,}8\text{m/s}$. *Chọn B*

Câu 32. Trong thí nghiệm về sóng dừng trên dây dàn hồi dài 1,2 m với hai đầu cố định, người ta quan sát thấy 2 đầu dây cố định còn có 2 điểm khác trên dây không dao động biết thời gian liên tiếp giữa 2 lần sợi dây duỗi thẳng là 0.05s bề rộng bụng sóng là 4 cm. V_{max} của bụng sóng là

A 40π cm/s B 80π cm/s C 24πm/s D 8πcm/s

Hướng dẫn giải:

Người ta quan sát thấy 2 đầu dây cố định còn có 2 điểm khác trên dây không dao động. Vậy có tổng cộng 4 điểm không dao động ⇒ có 3 bó sóng. Vậy k = 3.

Chiều dài sợi dây thỏa mãn: $l = 3\lambda/2 \Rightarrow \lambda = 0{,}8$m.

Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây duỗi thẳng là nửa chu kỳ vậy T = 0,1s.

Do đó tần số góc ω = 2π/T = 20π (rad/s). Biên độ dao động của bụng sóng bằng một nửa bề rộng của bụng sóng: A =2cm

v_{max} của bụng sóng = Aω = 2.20π = 40π cm/s. *Chọn A*

Câu 33. (Đề thi thử THPT Chuyên Phan Bội Châu, lần 3, năm 2012)

M, N, P là 3 điểm liên tiếp trên một sợi dây mang sóng dừng có cung biên độ 4mm, dao động tại N ngược pha với dao động tại M. MN = NP/2 = 1cm. Cứ sau những khoảng thời gian ngắn nhất 0,04s thì sợi dây có dạng một đoạn thẳng. Tốc độ dao động của phần tử vật chất tại điểm bụng khi qua vị trí cân bằng (lấy π = 3,14)

A.375mm/s B.363mm/s C.314mm/s D. 628mm/s

Phân tích : Để bài hỏi tốc độ dao động của điểm bụng khi qua VTCB tức là hỏi v_{max} của điểm bụng

$v_{max} = \omega_{bung}.A_{bung} = \omega.2A$ *(với A là biên độ dao động của nguồn sóng)*

Như vậy cần tìm :

- *ω của nguồn thông qua chu kỳ*
- *Biên độ A của nguồn*

Hướng dẫn giải:

* *Cách 1*

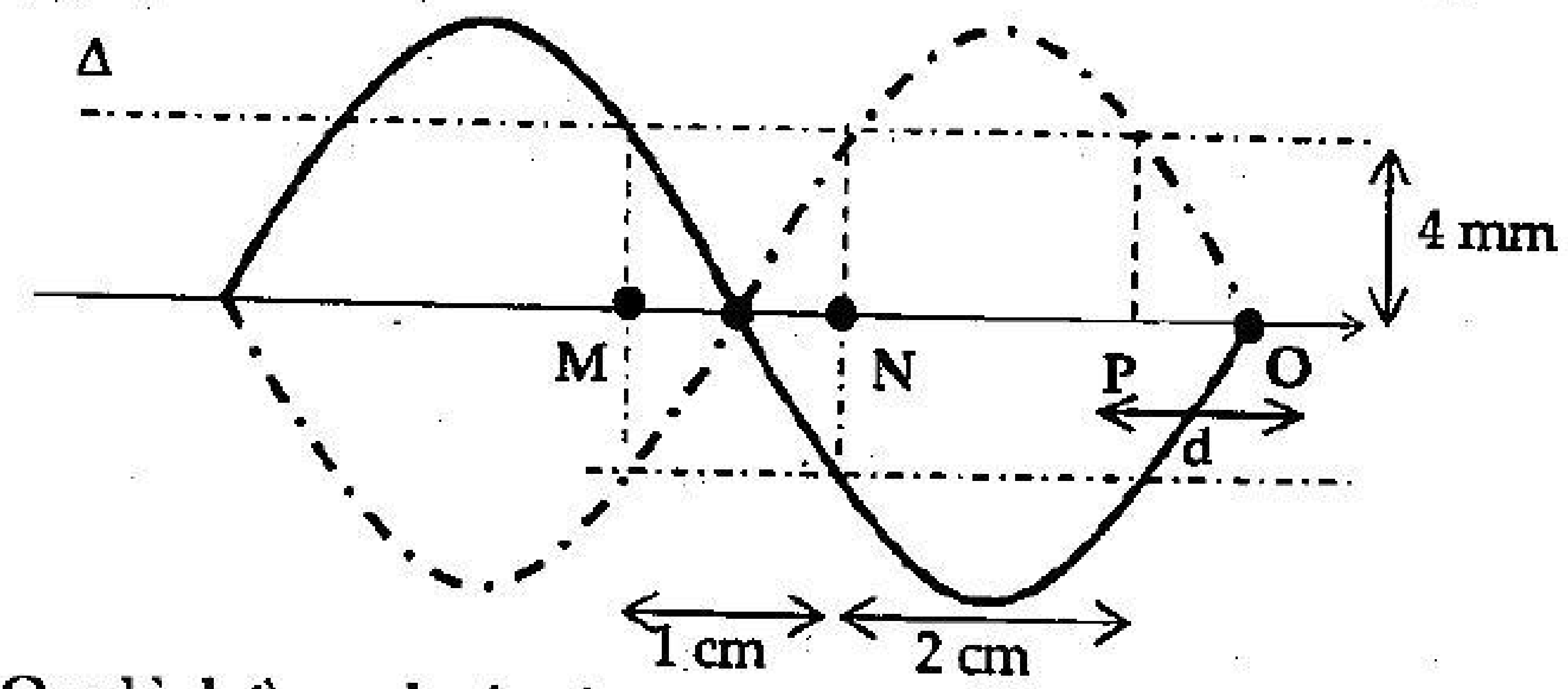
* Tìm ω: Khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp dây duỗi thẳng là khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp qua VTCB = T/2 = 0,04s

⇒ T = 0,08s ⇒ ω = 25π = 78,5 (rad/s)

* Tìm ra 3 điểm M, N, P thỏa mãn qua các lập luận sau:

- Các điểm trên dây có cùng biên độ là 4mm có vị trí biên là giao điểm của trục Δ với dây
- Mà M, N ngược pha nhau ⇒ M, N ở 2 phía của nút

- Vì M, N, P là 3 điểm liên tiếp nên ta có M, N, P như hình vẽ.



* Qua hình tìm ra bước sóng :

Chiều dài 1 bó sóng là OO' = $\frac{\lambda}{2}$ mà OO'= NP + OP + O'N =NP + 2.OP = 3cm

$\Rightarrow \lambda = 6cm$

* Tìm A: Biên độ dao động của 1 phần tử cách 1 nút sóng đoạn d =OP (ví dụ điểm P trên hình) $A_P = 2A\left|\sin\left(2\pi\frac{d}{\lambda}\right)\right|$ thay số

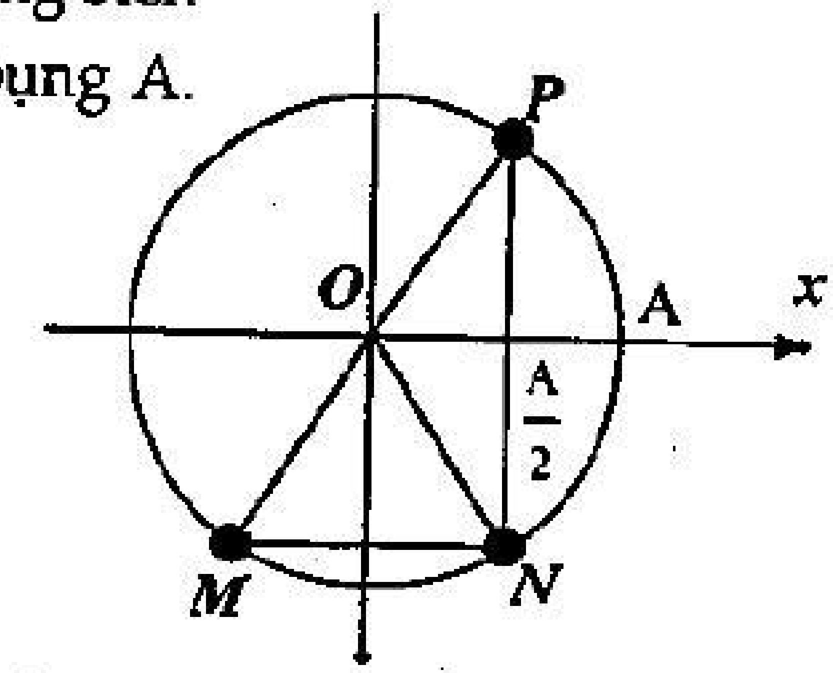
$$4mm = 2A\left|\sin\left(2\pi\frac{5mm}{60mm}\right)\right| \Rightarrow 4mm = 2A\frac{1}{2} \Rightarrow A = 4mm$$

Vậy: $v_{max} = \omega_{bụng}.A_{bụng} = \omega.2A = 78,5.\ 2.\ 4 = 628$ mm/s ⇒ ***Chọn D***

Cách giải trên rất chi tiết tuy nhiên hơi dài. Sau đây là cách giải ngắn hơn.

* ***Cách 2:***

M, N dao động ngược pha, có cùng biên độ nên M, N đối xứng với nhau qua một nút. M, N, P cùng biên độ nên ta có thể giả sử N, P đối xứng qua bụng A. Độ lệch pha "biên độ" dao động tại M, P là: π



$\Delta\varphi_{PN} + \Delta\varphi_{MN} = \pi$

$$2\pi\frac{PN}{\lambda} + 2\pi\frac{NM}{\lambda} = \pi$$

$$2\pi\frac{2}{\lambda} + 2\pi\frac{1}{\lambda} = \pi \Leftrightarrow \lambda = 6mm$$

Độ lệch pha "biên độ" dao động tại N và điểm bụng là:

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{d}{\lambda} = 2\pi\frac{1}{6} = \frac{2\pi}{3}$$

Vậy $A_B = 2A_N = 8$ mm. Mà T = 0.08s, suy ra $v = \omega A = \frac{2\pi}{T}A = 628mm/s$

Chọn D.

Câu 34. Một sợi dây đàn hồi căng ngang, đang có dóng dừng ổn định. Trên dây A là một nút, B là điểm bụng gần A nhất, AB = 14 cm. C là một điểm trên dây trong khoảng AB có biên độ bằng một nửa biên độ của B. Khoảng cách AC là

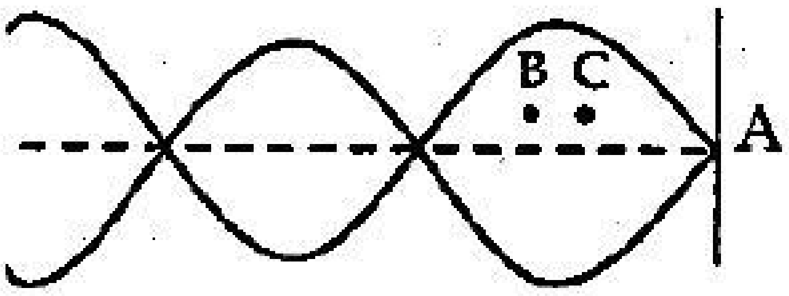
A. 14/3 cm B. 7 cm C. 3,5 cm D. 1,75 cm

Hướng dẫn giải:

* ***Cách 1:* Sử dụng phương trình sóng:**

Giả sử biểu thức sóng tại nguồn O là: $u = a\cos\omega t$

Xét điểm C cách A: CA = d.



Biên độ của sóng dừng tại C là:

$$A_C = 2a\sin\frac{2\pi d}{\lambda}$$

Để $A_C = a$ (bằng nửa biện độ của B là bụng sóng):

$$\sin\frac{2\pi d}{\lambda} = 0{,}5 \Rightarrow d = \left(\frac{1}{12} + k\right)\lambda.\ \text{Với } \lambda = 4AB = 56\text{cm}.$$

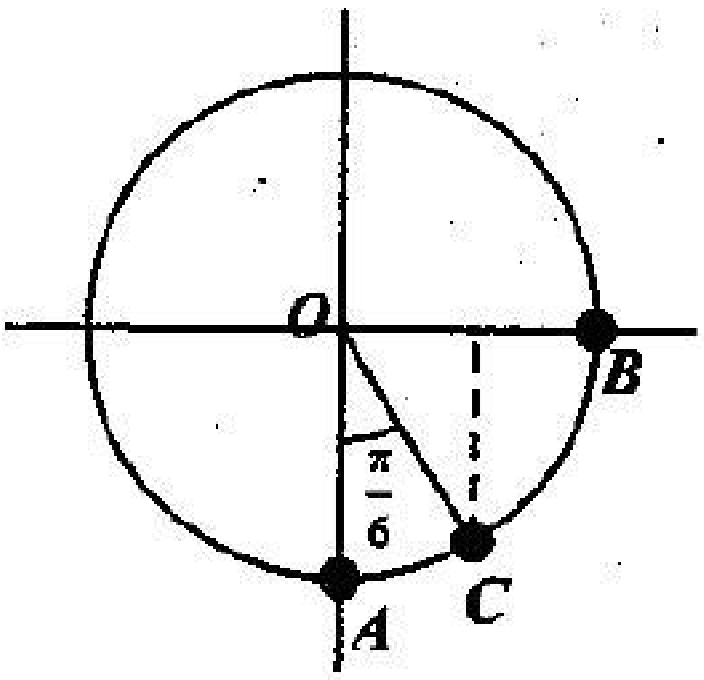
Điểm C gần A nhất ứng với k = 0

$d = AC = \lambda/12 = 56/12 = 14/3$ cm.

Chọn A

* ***Cách 2:* Sử dụng đường tròn lượng giác:**

$\lambda = 4.AB = 4.14 = 56$ cm



Từ vòng tròn ta có: $\widehat{AOC} = \frac{\pi}{6}$

+ Độ lệch pha biên độ của A và C là:

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{AC}{\lambda} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow AC = \frac{\lambda}{12} = \frac{56}{15} = \frac{14}{3}$$

+ Dùng liên hệ giữa ĐĐĐH và chuyển động tròn đều

$$AC = \frac{30}{360}\times\lambda = \frac{14}{3}\ \text{cm}$$

Nhận xét: *đến bài toán này có thể khẳng định: công thức "độ lệch pha biên độ" mà tác giả đưa vào để giải quyết các bài về biên độ trong sóng dừng là cực kỳ hiệu dụng.*

Chương III: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Dòng điện xoay chiều.

* ***Dòng điện và điện áp xoay chiều***

Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ là hàm số sin hay côsin của thời gian.

Điện áp xoay chiều là điện áp biến thiên theo hàm số sin hay côsin của thời gian.

Tạo ra dòng điện xoay chiều bằng máy phát điện xoay chiều dựa trên cơ sở hiện tượng cảm ứng điện từ.

Trong một chu kỳ T, dòng điện xoay chiều đổi chiều 2 lần, trong mỗi giây dòng điện xoay chiều đổi chiều 2f lần.

* ***Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều***

Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của một dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở R trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng tỏa ra bằng nhau.

+ Cường độ hiệu dụng và điện áp hiệu dụng: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$; $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$.

+ Ampe kế và vôn kế đo cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều dựa vào tác dụng nhiệt của dòng điện nên gọi là ampe kế nhiệt và vôn kế nhiệt, số chỉ của chúng là cường độ hiệu dụng và điện áp hiệu dụng của dòng điện xoay chiều.

+ Khi tính toán, đo lường,... các mạch điện xoay chiều, chủ yếu sử dụng các giá trị hiệu dụng.

* ***Các loại đoạn mạch xoay chiều***

+ Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần: u_R cùng pha với i; $I = \frac{U_R}{R}$.

+ Đoạn mạch chỉ có tụ điện: u_C trễ pha hơn i góc $\frac{\pi}{2}$; $I = \frac{U_C}{Z_C}$; với $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ là dung kháng của tụ điện.

Tụ điện C không cho dòng điện không đổi đi qua (cản trở hoàn toàn), nhưng lại cho dòng điện xoay chiều đi qua với điện trở (dung kháng): $Z_C = \frac{1}{\omega C}$.

+ Đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần: u_L sớm pha hơn i góc $\frac{\pi}{2}$.

$I = \frac{U_L}{Z_L}$; với $Z_L = \omega L$ là cảm kháng của cuộn dây.

Cuộn cảm thuần L cho dòng điện không đổi đi qua hoàn toàn (không cản trở) và cho dòng điện xoay chiều đi qua với điện trở (cảm kháng): $Z_L = \omega L$.

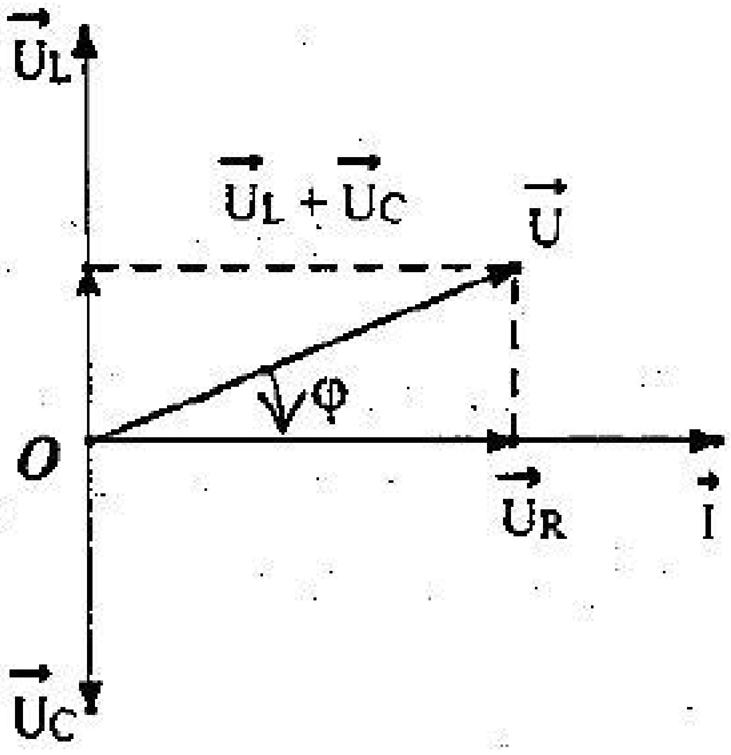
+ Đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp (không phân nhánh):

Giản đồ Frex-nen: Nếu biểu diễn các điện áp xoay chiều trên R, L và C bằng các véctơ tương ứng $\overrightarrow{U}_R$, $\overrightarrow{U}_L$ và $\overrightarrow{U}_C$ tương ứng thì điện áp xoay chiều trên đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp là: $\overrightarrow{U} = \overrightarrow{U}_R + \overrightarrow{U}_L + \overrightarrow{U}_C$

Dựa vào giản đồ véctơ ta thấy:

$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = I\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = IZ$

Với $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ gọi là tổng trở của đoạn mạch RLC.



Độ lệch pha φ giữa u và i xác định theo biểu thức:

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

Cường độ hiệu dụng xác định theo định luật Ôm: $I = \frac{U}{Z}$.

* ***Biểu thức điện áp xoay chiều, cường độ dòng điện xoay chiều***

Nếu $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i)$ thì $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_i + \varphi)$.

Nếu $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u)$ thì $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_u - \varphi)$.

Với $I_0 = \frac{U_0}{Z}$; $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$.

+ Cộng hưởng trong đoạn mạch RLC:

Khi $Z_L = Z_C$ hay $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ thì có hiện tượng cộng hưởng điện.

Khi đó: $Z = Z_{min} = R$; $I = I_{max} = \frac{U}{R}$; $P = P_{max} = \frac{U^2}{R}$; $\varphi = 0$.

+ Các trường hợp khác:

Khi $Z_L > Z_C$ thì u nhanh pha hơn i (đoạn mạch có tính cảm kháng).

Khi $Z_L < Z_C$ thì u trễ pha hơn i (đoạn mạch có tính dung kháng).

__Chú ý:__ Nếu trong đoạn mạch có nhiều phần tử R, L, C mắc nối tiếp thì trong các hệ thức của định luật Ôm ta đặt $R = R_1 + R_2 + ...$; $Z_L = Z_{L1} + Z_{L2} + ...$; $Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} + ...$. Nếu mạch không có điện trở thuần thì ta cho R = 0; không có cuộn cảm thì ta cho $Z_L = 0$; không có tụ điện thì ta cho $Z_C = 0$.

* ***Công suất của dòng điện xoay chiều***

- + Công suất của dòng điện xoay chiều: $P = UI\cos\varphi = I^2R$
- + Hệ số công suất: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$.
- + Ý nghĩa của hệ số công suất cosφ: Công suất hao phí trên đường dây tải (có điện trở r) là $P_{hp} = rI^2 = \dfrac{rP^2}{U^2\cos^2\varphi}$. Nếu hệ số công suất cosφ nhỏ thì công suất hao phí trên đường dây tải P_{hp} sẽ lớn, do đó người ta phải tìm cách nâng cao hệ số công suất. Theo qui định của nhà nước thì hệ số công suất cosφ trong các cơ sở điện năng tối thiểu phải bằng 0,85.

  Với cùng một điện áp U và dụng cụ dùng điện tiêu thụ một công suất P thì $I = \dfrac{P}{U\cos\varphi}$, tăng hệ số công suất cosφ để giảm cường độ hiệu dụng I từ đó giảm hao phí vì tỏa nhiệt trên dây.

2. Truyền tải điện năng – Máy biến áp.

* ***Truyền tải điện năng***

- + Công suất hao phí trên đường dây tải: $P_{hp} = rI^2 = r\left(\dfrac{P}{U}\right)^2 = P^2\dfrac{r}{U^2}$.
- + Hiệu suất tải điện: $H = \dfrac{P - P_{hp}}{P}$.
- + Độ giảm điện trên đường dây tải điện: $\Delta U = Ir$.
- + Biện pháp giảm hao phí trên đường dây tải: giảm r, tăng U.

  Vì $r = \rho\dfrac{l}{S}$ nên để giảm ta phải dùng các loại dây có điện trở suất nhỏ như bạc, dây siêu dẫn, ... với giá thành quá cao, hoặc tăng tiết diện S. Việc tăng tiết diện S thì tốn kim loại và phải xây cột điện lớn nên các biện pháp này không kinh tế.

  Trong thực tế để giảm hao phí trên đường truyền tải người ta dùng biện pháp chủ yếu là tăng điện áp U: dùng máy biến áp để đưa điện áp ở nhà máy phát điện lên cao rồi tải đi trên các đường dây cao áp. Gần đến nơi tiêu thụ lại dùng máy biến áp hạ áp để giảm điện áp từng bước đến giá trị thích hợp.

  Tăng điện áp trên đường dây tải lên n lần thì công suất hao phí giảm n^2 lần.

* ***Máy biến áp:*** Máy biến áp là thiết bị biến đổi điện áp (xoay chiều).

Cấu tạo

- + Một lõi biến áp hình khung bằng sắt non có pha silic để tăng độ từ thẩm μ của lõi sắt.
- + Hai cuộn dây có số vòng dây N_1, N_2 khác nhau có điện trở thuần nhỏ và độ tự cảm lớn quấn trên lõi biến áp. Cuộn nối vào nguồn phát điện gọi là cuộn sơ cấp, cuộn nối ra các cơ sở tiêu thụ điện năng gọi là cuộn thứ cấp.

* *Nguyên tắc hoạt động*

Dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ.

Nối hai đầu cuộn sơ cấp vào nguồn phát điện xoay chiều, dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn sơ cấp tạo ra từ trường biến thiên trong lõi biến áp. Từ thông biến thiên của từ trường đó qua cuộn thứ cấp gây ra suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp.

Sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện trong máy biến áp

Với máy biến áp làm việc trong điều kiện lí tưởng (hiệu suất gần 100%):

$$\frac{U_2}{U_1}=\frac{I_1}{I_2}=\frac{N_2}{N_1}$$

* *Công dụng của máy biến áp*

+ Dùng để thay đổi điện áp của dòng điện xoay chiều.

+ Sử dụng trong việc truyền tải điện năng để giảm hao phí trên đường dây truyền tải.

+ Sử dụng trong các máy hàn điện, nấu chảy kim loại.

3. Máy phát điện xoay chiều.

* ***Máy phát điện xoay chiều 1 pha***

+ Các bộ phận chính:

Phần cảm là nam châm vĩnh cữu hay nam châm điện. Đó là phần tạo ra từ trường.

Phần ứng là những cuộn dây, trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng khi máy hoạt động.

Một trong hai phần đặt cố định, phần còn lại quay quanh một trục. Phần cố định gọi là stato, phần quay gọi là rôto.

+ Hoạt động: khi rôto quay, từ thông qua cuộn dây biến thiên, trong cuộn dây xuất hiện suất điện động cảm ứng, suất điện động này được đưa ra ngoài để sử dụng.

+ Nếu từ thông qua cuộn dây là $\phi(t)$ thì suất điện động cảm ứng trong cuộn dây là: $e=-\frac{d\phi}{dt}=-\phi'(t)$

+ Tần số của dòng điện xoay chiều: Máy phát có một cuộn dây và một nam châm (gọi là một cặp cực) và rôto quay n vòng trong một giây thì tần số dòng điện là $f = n$. Máy có p cặp cực và rôto quay n vòng trong một giây thì $f = np$. Máy có p cặp cực, rô to quay n vòng trong một phút thì $f=\frac{np}{60}$.

* ***Dòng điện xoay chiều ba pha***

Dòng điện xoay chiều ba pha là một hệ thống ba dòng điện xoay chiều, gây bởi ba suất điện động xoay chiều có cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau từng đôi một là $\frac{2\pi}{3}$.

* *Cấu tạo và hoạt động của máy phát điện xoay chiều 3 pha*

Dòng điện xoay chiều ba pha được tạo ra bởi máy phát điện xoay chiều ba pha.

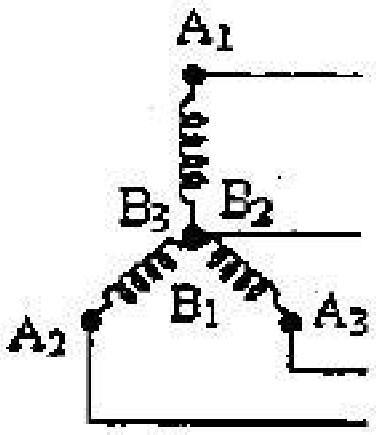
Máy phát điện xoay chiều ba pha cấu tạo gồm stato có ba cuộn dây riêng rẽ, hoàn toàn giống nhau quấn trên ba lõi sắt đặt lệch nhau 120^0 trên một vòng tròn, rôto là một nam châm điện.

Khi rôto quay đều, các suất điện động cảm ứng xuất hiện trong ba cuộn dây có cùng biên độ, cùng tần số nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$.

Nếu nối các đầu dây của ba cuộn với ba mạch ngoài (ba tải tiêu thụ) giống nhau thì ta có hệ ba dòng điện cùng biên độ, cùng tần số nhưng lệch nhau về pha là $\frac{2\pi}{3}$.

* *Các cách mắc mạch 3 pha*

+ Mắc hình sao: ba điểm đầu của ba cuộn dây được nối với 3 mạch ngoài bằng 3 dây dẫn, gọi là dây pha. Ba điểm cuối nối chung với nhau trước rồi nối với 3 mạch ngoài bằng một dây dẫn gọi là dây trung hòa.



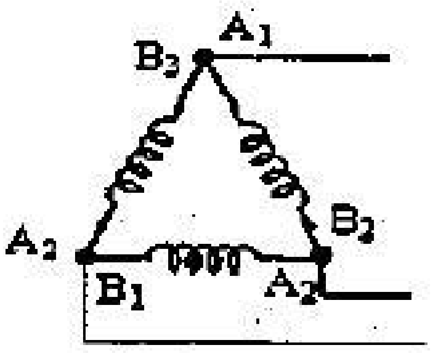
Nếu tải tiêu thụ cũng được nối hình sao và tải đối xứng (3 tải giống nhau) thì cường độ dòng điện trong dây trung hòa bằng 0.

Nếu tải không đối xứng (3 tải không giống nhau) thì cường độ dòng điện trong dây trung hoà khác 0 nhưng nhỏ hơn nhiều so với cường độ dòng điện trong các dây pha.

Khi mắc hình sao ta có: $U_d = \sqrt{3}\,U_p$ (U_d là điện áp giữa hai dây pha, U_p là điện áp giữa dây pha và dây trung hoà).

Mạng điện gia đình sử dụng một pha của mạng điện 3 pha: nó có một dây nóng và một dây nguội.

+ Mắc hình tam giác: điểm cuối cuộn này nối với điểm đầu của cuộn tiếp theo theo tuần tự thành ba điểm nối chung. Ba điểm nối đó được nối với 3 mạch ngoài bằng 3 dây pha.



Cách mắc này đòi hỏi 3 tải tiêu thụ phải giống nhau.

* *Ưu điểm của dòng điện xoay chiều 3 pha*

+ Tiết kiệm được dây nối từ máy phát đến tải tiêu thụ; giảm được hao phí điện năng trên đường dây.

+ Trong cách mắc hình sao, ta có thể sử dụng được hai điện áp khác nhau: $U_d = \sqrt{3}\,U_p$

+ Cung cấp điện cho động cơ ba pha, dùng phổ biến trong các nhà máy, xí nghiệp.

4. Động cơ không đồng bộ ba pha.

* *Sự quay không đồng bộ*

Quay đều một nam châm hình chữ U với tốc độ góc ω thì từ trường giữa hai nhánh của nam châm cũng quay với tốc độ góc ω. Đặt trong từ trường quay này một khung dây dẫn kín có thể quay quanh một trục trùng với trục quay của từ trường thì khung dây quay với tốc độ góc $\omega' < \omega$. Ta nói khung dây quay không đồng bộ với từ trường.

* *Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ 3 pha*

+ Tạo ra từ trường quay bằng cách cho dòng điện xoay chiều 3 pha đi vào trong 3 cuộn dây giống nhau, đặt lệch nhau 120^0 trên một giá tròn thì trong không gian giữa 3 cuộn dây sẽ có một từ trường quay với tần số bằng tần số của dòng điện xoay chiều.

+ Đặt trong từ trường quay một rôto lồng sóc có thể quay xung quanh trục trùng với trục quay của từ trường.

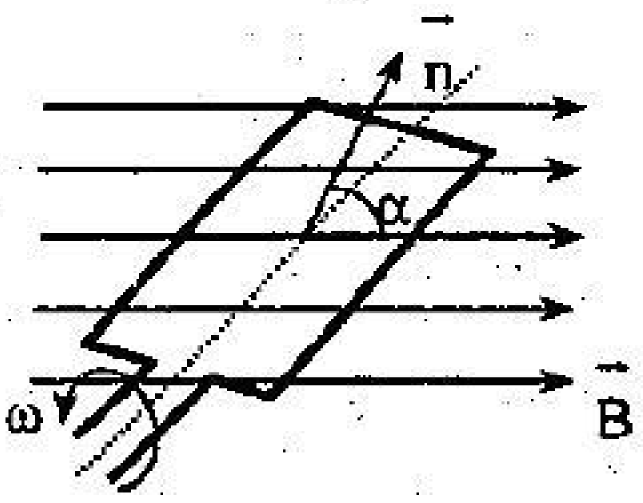
+ Rôto lồng sóc quay do tác dụng của từ trường quay với tốc độ nhỏ hơn tốc độ của từ trường. Chuyển động quay của rôto được sử dụng để làm quay các máy khác.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP

Dạng 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

PHƯƠNG PHÁP

- Cho khung dây dẫn phẳng có N vòng, diện tích S quay đều với vận tốc ω, xung quanh trục vuông góc với với các đường sức từ của một từ trường đều có cảm ứng từ $\overline{B}$.



1. Từ thông gởi qua khung dây :

$\boxed{\Phi = NBS\cos(\omega t+\varphi) = \Phi_0\cos(\omega t+\varphi)\ (Wb)}$;

Từ thông gởi qua khung dây cực đại $\boxed{\Phi_0 = NBS}$

2. Suất điện động xoay chiều:

- suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây: $\boxed{e = E_0\cos(\omega t+\varphi_0)}$. Đặt $\boxed{E_0 = NB\omega S}$
- Chu kì và tần số liên hệ bởi: $\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 2\pi n}$ với n là số vòng quay trong 1 s
- Suất điện động do các máy phát điện xoay chiều tạo ra cũng có biểu thức tương tự như trên.

- Khi trong khung dây có suất điện động thì 2 đầu khung dây có điện áp xoay chiều . Nếu khung chưa nối vào tải tiêu thụ thì suất điện động hiệu dụng bằng điện áp hiệu dụng 2 đầu đoạn mạch E = U

3. *Khái niệm về dòng điện xoay chiều*

- Là dòng điện có cường độ biến thiên tuần hoàn với thời gian theo quy luật của hàm số sin hay cosin, với dạng tổng quát: $\boxed{i = I_0\cos(\omega t + \varphi)}$

Trong đó:

* i: giá trị của cường độ dòng điện tại thời điểm t, được gọi là giá trị tức thời của i (*cường độ tức thời*).

* $I_0 > 0$: giá trị cực đại của i (cường độ cực đại).

* $\omega > 0$: tần số góc; f: tần số của i. T: chu kì của i.

* $(\omega t + \varphi)$: pha của i.

* φ: pha ban đầu

4. *Giá trị hiệu dụng:*

Ngoài ra, đối với dòng điện xoay chiều, các đại lượng như điện áp, suất điện động, cường độ điện trường,... cũng là hàm số sin hay cosin của thời gian, với các đại lượng này

$$\boxed{I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}} \quad \boxed{U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}} \quad \boxed{E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}}$$

5. Nhiệt lượng toả ra trên điện trở R trong thời gian t nếu có dòng điện xoay chiều $i(t) = I_0\cos(\omega t + \varphi_i)$ chạy qua là Q $\boxed{Q = RI^2t}$

Công suất toả nhiệt trên R khi có ddxc chạy qua: $\boxed{P = RI^2}$

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1:Một khung dây dẫn phẳng dẹt hình chữ nhật có 500 vòng dây, diện tích mỗi vòng là 220 cm². Khung quay đều quanh một trục đối xứng nằm trong mặt phẳng của khung dây với tốc độ 50 vòng/giây, trong một từ trường đều có véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay và có độ lớn $B = \frac{\sqrt{2}}{5\pi}$ T. Tìm suất điện động cực đại trong khung dây.

Hướng dẫn giải

Tóm tắt

$S = 220\ cm^2 = 0{,}022\ (m^2)$

$\omega = 50$ vòng/giây $= 100\pi\ (rad/s)$

$B = \frac{\sqrt{2}}{5\pi}\ (T)$

N = 500 (vòng)

$E_0 = ?\ (V)$

Giải

Suất điện động cực đại trong khung

$$E_0 = NBS\omega$$

$$= 500.\frac{\sqrt{2}}{5\pi}.0{,}022.100\pi$$

$$= 220\sqrt{2}\ (V)$$

Ví dụ 2: Một khung dây dẫn có 500 vòng dây quấn nối tiếp, diện tích mỗi vòng dây là S = 200 cm². Khung dây được đặt trong từ trường đều B = 0,2 T. Lúc t = 0, thì véctơ pháp tuyến $\vec{n}$ của khung hợp với véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ một góc $\frac{\pi}{6}$ rad. Cho khung quay đều quanh trục (Δ) vuông góc với $\vec{B}$ với tần số 40 vòng/s. Viết biểu thức suất điện động ở hai đầu khung dây.

Hướng dẫn giải

Tóm tắt

$S = 200\ cm^2 = 0,02\ (m^2)$

N = 500 (vòng)

B = 0,2 (T)

$\phi = \frac{\pi}{6}$ (rad)

f = 40 (vòng/s)

Viết biểu thức e ?

Giải

Tốc độ góc của khung

$\omega = 2\pi f = 2\pi.40 = 80\pi$ (rad/s)

Biểu thức suất điện động trong khung dây

$$e = NBS\omega.\cos(\omega t + \phi - \frac{\pi}{2})$$

$$e = 500.0,2.0,02.80\pi.\cos(80\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2})$$

$$\Rightarrow e = 160\pi.\cos(80\pi t - \frac{\pi}{3})\ (V)$$

Ví dụ 3: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần ứng gồm bốn cuộn dây giống nhau mắc nối tiếp, suất điện động xoay chiều do máy phát ra có tần số 50 Hz và có giá trị hiệu dụng $100\sqrt{2}$ (V). Từ thông cực đại qua mỗi vòng của phần ứng là $\frac{5}{\pi}$ (mWb). Số vòng dây trong mỗi cuộn dây của phần ứng là bao nhiêu ?

Hướng dẫn giải

Tóm tắt

f = 50 Hz

$E = 100\sqrt{2}$ (V)

$\Phi_{0(1)} = \frac{5}{\pi}$ (mWb) $= \frac{5}{\pi}10^{-3}$ Wb

N_1 = ? (vòng)

Giải

Từ thông cực đại qua 1 vòng: $\Phi_{0(1)} = BS$

Suất điện động cực đại của máy (4 cuộn dây)

$$E_0 = NBS\omega = N\omega\Phi_{0(1)}$$

$$\Rightarrow N = \frac{E_0}{\omega\Phi_{0(1)}} = \frac{E\sqrt{2}}{\omega\Phi_{0(1)}} = \frac{100\sqrt{2}\sqrt{2}}{2\pi.50.\frac{5}{\pi}10^{-3}}$$

$= 400$ vòng

Số vòng dây của mỗi cuộn dây:

$$N_1 = \frac{N}{4} = 100 \text{ vòng.}$$

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một khung dây dẫn phẳng quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục cố định nằm trong mặt phẳng khung dây, trong một từ trường đều có véctơ cảm ứng từ vuông góc trục quay của khung. Suất điện động trong khung có biểu thức $e = E_0\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ V. Tại thời điểm t = 0, véctơ pháp tuyến của mặt phẳng khung dây hợp với véctơ cảm ứng từ một góc bằng bao nhiêu ?

Hướng dẫn giải

Từ thông $\phi = \phi_0\cos(\omega t + \alpha)$ thì $e = -\phi' = E_0\sin(\omega t + \alpha) \Rightarrow \alpha = 180^0$

$\Rightarrow$ *Chọn B*

Câu 2: Một khung dây dẫn có 500 vòng dây quấn nối tiếp, diện tích mỗi vòng dây là $S = 200\ cm^2$. Khung dây được đặt trong từ trường đều B = 0,2T. Lúc t = 0, thì véctơ pháp tuyến $\vec{n}$ của khung hợp với véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ một góc $\frac{\pi}{6}$ rad. Cho khung quay đều quanh trục (Δ) vuông góc với $\vec{B}$ với tần số 40 vòng/s. Viết biểu thức suất điện động ở hai đầu khung dây.

A. $e = 160\pi.\cos(80\pi t + \frac{\pi}{3})$ (V)

B. $e = 160\pi\sqrt{2}.\cos(80\pi t + \frac{\pi}{3})$ (V)

C. $e = 160\pi\sqrt{2}.\cos(80\pi t - \frac{\pi}{3})$ (V)

D. $e = 160\pi.\cos(80\pi t - \frac{\pi}{3})$ (V)

Hướng dẫn giải

Tốc độ góc của khung: $\omega = 2\pi f = 2\pi.40 = 80\pi$ (rad/s)

Biểu thức suất điện động trong khung dây:

$$e = NBS\omega.\cos(\omega t + \phi - \frac{\pi}{2})$$

$$e = 500.0,2.0,02.80\pi.\cos(80\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2}) \Rightarrow e = 160\pi.\cos(80\pi t - \frac{\pi}{3})\ (V)$$

Chọn D

Dạng 2. VIẾT BIỂU THỨC HIỆU ĐIỆN THẾ HOẶC CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN

Phương pháp:

Biểu thức u hoặc i sẽ luôn có dạng:

$u = U_0.\cos(\omega t + \varphi_u)$ hoặc: $i = I_0.\cos(\omega t + \varphi_i)$

Vì vậy để viết được biểu thức của hiệu điện thế hoặc cường độ dòng điện chúng ta cần phải xác định 4 yếu tố là U_0, I_0, ω và φ. Sau đó dùng công thức: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

Với φ là độ lệch pha giữa hiệu điện thế so với cường độ dòng điện.

φ được xác định theo công thức: $\text{tg}\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R}$.

Lưu ý: Mạch khuyết phần tử gì thì trong công thức trên, ta không đưa vào.

Các trường hợp đặc biệt:

+ Đoạn mạch chỉ chứa điện trở thuần R thì $\varphi = 0$

+ Đoạn mạch chỉ chứa cuộn thuần thì $\varphi = +\dfrac{\pi}{2}$

+ Đoạn mạch chỉ chứa tụ điện thì $\varphi = -\dfrac{\pi}{2}$

VÍ DỤ MINH HỌA:

Ví dụ 1: Một mạch điện xoay chiều RLC không phân nhánh có $R = 100\Omega$; $C = \dfrac{1}{2\pi}.10^{-4}F$; $L = \dfrac{3}{\pi}H$. Cường độ dòng điện qua mạch có dạng: $i = 2\cos 100\pi t$ (A). Viết biểu thức tức thời điện áp hai đầu mạch điện.

A. $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)V$ B. $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)V$

C. $u = 200\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)V$ D. $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)V$

Phân tích và hướng dẫn giải :

- Cảm kháng : $Z_L = L.\omega = \dfrac{3}{\pi}100\pi = 300\Omega$;
- Dung kháng : $Z_C = \dfrac{1}{\omega.C} = \dfrac{1}{100\pi.\dfrac{10^{-4}}{2\pi}} = 200\Omega$
- Tổng trở : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (300-200)^2} = 100\sqrt{2}\Omega$
- Hiệu điện thế cực đại : $U_0 = I_0.Z = 2.100\sqrt{2}\ V = 200\sqrt{2}\ V$
- Độ lệch pha : $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{300-200}{100} = 1 \Rightarrow \varphi = 45^0 = \dfrac{\pi}{4}rad$
- Pha ban đầu của hiệu điện thế: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_u = \varphi_i + \varphi = 0 + \dfrac{\pi}{4} = \dfrac{\pi}{4}rad$
- Biểu thức hiệu điện thế: $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u) = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)V$

Chọn A

Ví dụ 2: Cho mạch điện gồm RLC nối tiếp. Điện áp hai đầu mạch $u = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Điện trở $R = 50\sqrt{3}\ \Omega$, L là cuộn dây thuần cảm có $L = \dfrac{1}{\pi}H$, điện dung $C = \dfrac{10^{-3}}{5\pi}F$, biểu thức cường độ dòng điện trong mạch:

A. $i = 1,2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ A   B. $i = 1,2\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ A

C. $i = 1,2\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ A   D. $i = 2\cos 100\pi t$ (A). A

Phân tích và hướng dẫn giải :

Cảm kháng : $Z_L = L.\omega = \frac{1}{\pi}100\pi = 100\Omega$

Dung kháng : $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-3}}{5\pi}} = 50\Omega$

Tổng trở : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{(50\sqrt{3})^2 + (100 - 50)^2} = 100\Omega$

Cường độ dòng điện cực đại : $I_0 = \frac{U_0}{Z} = 1.2\sqrt{2}$ A

Độ lệch pha : $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{100 - 50}{50\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi = 30^0 = \frac{\pi}{6}$rad

Pha ban đầu của cường độ dòng điện:

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi = 0 - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{6}\text{rad}$$

Biểu thức cường độ dòng điện:

$i = I_0\cos(\omega t + \phi_i) = 1,2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ (A). *Chọn A*

Ví dụ 3: Cho mạch điện AB, trong đó $C = \frac{4}{\pi}10^{-4}$F, $L = \frac{1}{2\pi}$H, $r = 25\Omega$ mắc nối tiếp.Biểu thức điện áp giữa hai đầu mạch $u_{AB} = 50\sqrt{2}\cos 100\pi t$V. Viết biểu thức cường độ dòng điện trong mạch ?

A. $i = 2\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$A   B. $i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ A.

C. $i = 2\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$A   D. $i = 1,2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{6})$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Cảm kháng : $Z_L = L.\omega = \frac{1}{2\pi}100\pi = 50\Omega$.

Dung kháng : $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.\frac{4.10^{-4}}{\pi}} = 25\Omega$

Tổng trở : $Z = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{(25)^2 + (50 - 25)^2} = 25\sqrt{2}\Omega$.

Cường độ dòng điện cực đại: $I_0 = \frac{U_0}{Z} = 2A$

Độ lệch pha: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{50-25}{25} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$rad.

Pha ban đầu của hiệu điện thế: $\varphi_i = \varphi_u - \varphi = 0 - \frac{\pi}{4} = -\frac{\pi}{4}$rad

Biểu thức cường độ dòng điện: $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i) = 2\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ A

Chọn A

Ví dụ 4: Một mạch điện xoay chiều RLC không phân nhánh có $R = 100\Omega$; $C = \frac{1}{\pi}.10^{-4}F$; $L = \frac{2}{\pi}H$. Cường độ dòng điện qua mạch có dạng: $i = 2\cos100\pi t$ (A). Viết biểu thức tức thời điện áp của hai đầu mạch và hai đầu mỗi phần tử mạch điện.

Phân tích và hướng dẫn giải :

Đây là ví dụ tổng quát cho dạng toán này. Sau đây là hướng giải.

- Cảm kháng : $Z_L = L.\omega = \frac{2}{\pi}100\pi = 200\Omega$
- Dung kháng : $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\Omega$
- Tổng trở: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (200-100)^2} = 100\sqrt{2}\Omega$
- Hiệu điện thế cực đại: $U_0 = I_0.Z = 2.100\sqrt{2}$ V $= 200\sqrt{2}$ V
- Độ lệch pha: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{200-100}{100} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$rad

Pha ban đầu của hiệu điện thế: $\varphi_u = \varphi_i + \varphi = 0 + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}$rad

Biểu thức hiệu điện thế: $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u) = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (V)

- Hiệu điện thế hai đầu R có dạng: $u_R = U_{0R}\cos(\omega t + \varphi_{uR})$

Với: $U_{0R} = I_0.R = 2.100 = 200$ V.

Trong đoạn mạch chỉ chứa R : u_R cùng pha i nên $\varphi_{uR} = \varphi_i = 0$

$u_R = U_{0R}\cos(\omega t + \varphi_{uR}) = 200\cos100\pi t$ (V)

- Hiệu điện thế hai đầu L có dạng: $u_L = U_{0L}\cos(\omega t + \varphi_{uL})$

Với: $U_{0L} = I_0.Z_L = 2.200 = 400$ V.

Trong đoạn mạch chỉ chứa L: u_L nhanh pha hơn i: $\frac{\pi}{2}$:

$$\varphi_{uL} = \varphi_i + \frac{\pi}{2} = 0 + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$u_L = U_{0L}\cos(\omega t + \varphi_{uR}) = 400\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})\text{ V}$$

- Hiệu điện thế hai đầu C có dạng: $u_C = U_{0C}\cos(\omega t + \varphi_{uC})$

Với: $U_{0C} = I_0.Z_C = 2.100 = 200V$;

Trong đoạn mạch chỉ chứa C: u_C chậm pha hơn i $\frac{\pi}{2}$:

$$\varphi_{uC} = \varphi_i - \frac{\pi}{2} = 0 - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}\text{rad}$$

$$u_C = U_{0C}\cos(\omega t + \varphi_{uC}) = 200\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})\text{ V}$$

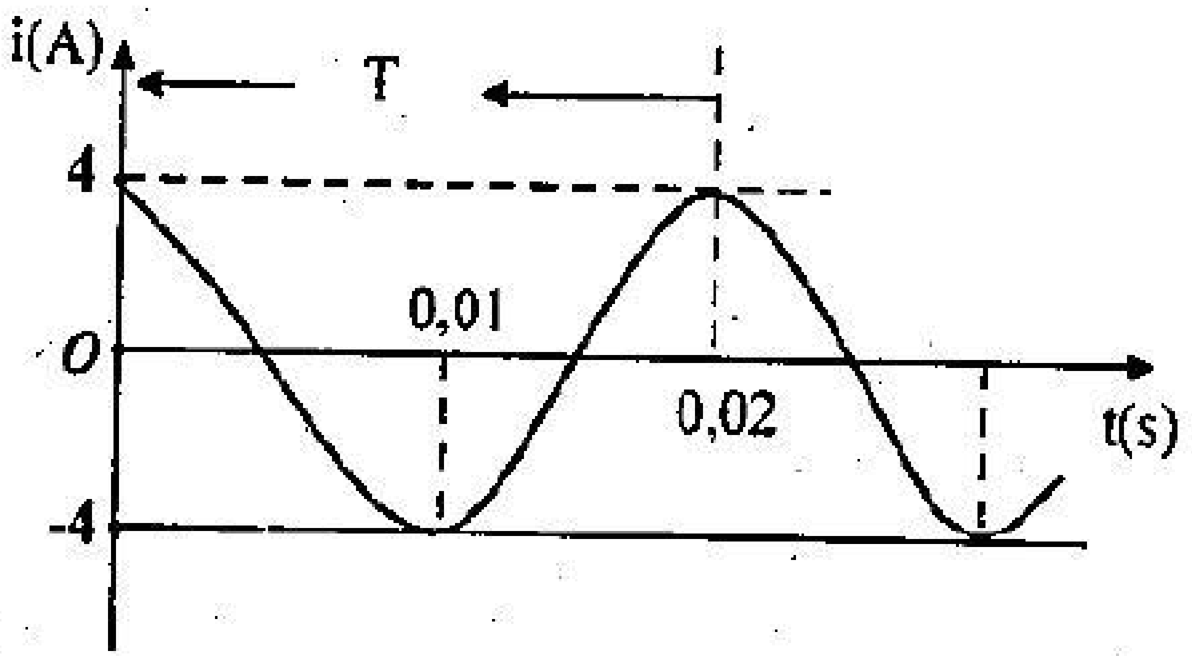
Ví dụ 5: Cho đồ thị cường độ dòng điện như hình vẽ. Cường độ dòng điện tức thời có biểu thức:

A. $i = 4.\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A)$

B. $i = 4.\cos\left(100\pi t + \frac{3\pi}{2}\right)(A)$

C. $i = 4.\cos(100\pi t)(A)$

D. $i = 4.\cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(A)$



Phân tích và hướng dẫn giải :

Đây là bài toán viết phương trình dao động điều hòa dựa vào đồ thị để tính các thông số biên độ I_0, tần số góc ω và pha ban đầu φ

Biểu thức cường độ dòng điện i có dạng: $i = I_0.\cos(\omega t + \varphi)(A)$

Từ đồ thị ta có:

Biên độ $I_0 = 4(A)$, chu kỳ $T = 0{,}02(s) \Rightarrow \omega = 100\pi\text{rad/s}$

Tại $t = 0$ thì $i = I_0.\cos\varphi = 4$, suy ra: $\cos\varphi = \frac{I_0}{4} = \frac{4}{4} = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

Vậy biểu thức của i là: $i = 4.\cos(100\pi t)(A)$. ***Chọn C***

Ví dụ 6: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(V)$ vào hai đầu một cuộn cảm thuần có độ tự cảm 1/6π(H). Tại thời điểm điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là $40\sqrt{2}$ (V) thì cường độ dòng điện qua cuộn cảm là 1A.

Biểu thức cường độ dòng điện qua cuộn cảm là ?

A. $i = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ B. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$

C. $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ D. $i = 3\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = 20\Omega$

Biểu thức cường độ dòng điện qua cuộn cảm là

$i = I_0\cos(120\pi t + \pi/3 - \pi/2) = I_0\cos(120\pi t - \pi/6)$

Để xác định I_0 ta sử dụng hệ thức độc lập

$$\frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_0^2} = 1 \Rightarrow I_0^2 = \frac{U_0^2 i^2}{U_0^2 - u^2} = \frac{Z_L^2 I_0^2 i^2}{Z_L^2 I_0^2 - u^2}$$

$\Rightarrow 300I_0^2 - 3200 = 400 \Rightarrow I_0 = 3$ (A). Do đó $i = 3\cos(120\pi t - \pi/6)$ (A)

Chọn D

Ví dụ 7: Cho $u_{AM} = 120\sqrt{2}.\cos(100\pi t)$ (V), điện trở R = 40, cuộn dây thuần cảm $L = \frac{1}{10\pi}(H)$, tụ $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}(F)$. Biết đoạn mạch AM chứa điện trở thuần và tụ điện. Hãy viết biểu thức cường độ dòng điện qua mạch?

A. $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ B. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$

C. $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ C. $i = 2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Dễ dàng tính được: $Z_L = 10\Omega$, $Z_C = 40\Omega$,

Tổng trở của đoạn mạch AM: $Z_{AM} = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{40^2 + 40^2} = 40\sqrt{2}(\Omega)$

Tổng trở của đoạn mạch AB:

$$Z_{AB} = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{40^2 + (10 - 40)^2} = 50(\Omega)$$

Do bài toán cho u_{AM} nên để tính pha của dòng điện ta tính.

$$\tan\varphi_{AM} = \frac{-Z_C}{R} = \frac{-40}{40} = -1 \Rightarrow \varphi_{AM} - \frac{\pi}{4} \Rightarrow \varphi_i = \varphi_{uAM} - \varphi_{AM} = 0 - \left(-\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\pi}{4}$$

Cường độ dòng điện cực đại: $I_0 = \frac{U_{0AM}}{Z_{AM}} = \frac{120\sqrt{2}}{40\sqrt{2}} = 3(A)$

Vậy biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là: $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$

Chọn C

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Cho hiệu điện thế giữa hai đầu một đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn thuần cảm $L = \frac{1}{\pi}H$ là: $u = 220\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là:

A. $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$

B. $i = 2{,}2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$

C. $i = 3\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

C. $i = 2{,}2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Theo đề bài đoạn mạch chứa L nên: $\tan\varphi = \frac{Z_L}{0} = +\infty \Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2}$

Từ biểu thức $\varphi = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{6}$

Cảm kháng: $Z_L = \omega L = 100\pi\frac{1}{\pi} = 100(\Omega)$

Cường độ dòng điện cực đại: $I_0 = \frac{U_0}{Z_L} = \frac{100\sqrt{2}}{100} = 2\sqrt{2}(A)$

Vậy biểu thức của i là: $i = 2\sqrt{2}.\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A)$. *Chọn B*

Câu 2: Cho hiệu điện thế hai đầu tụ C là $u = 100\cos(100\pi t)$.

Viết biểu thức dòng điện qua mạch, biết $C = \frac{10^{-4}}{\pi}F$

A. $i = \cos(100\pi t)$

C. $i = \cos(100\pi t + \pi)$

B. $i = \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

D. $i = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Theo đề bài đoạn mạch chỉ chứa tụ điện nên $\tan\varphi = \frac{-Z_C}{0} = -\infty \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

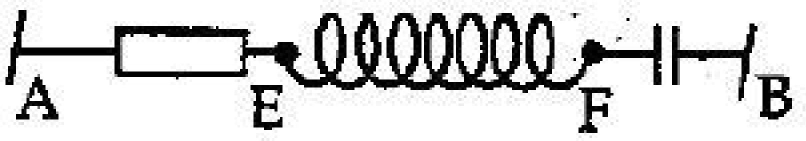
Từ biểu thức $\varphi = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi = 0 - \left(-\frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{2}$

Dung kháng: $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100(\Omega)$

Cường độ dòng điện cực đại: $I_0 = \frac{U_0}{Z_C} = \frac{100}{100} = 1(A)$

Vậy biểu thức của i là: $i = \cos\left(100\pi + \frac{\pi}{2}\right)(A)$. *Chọn B*

Câu 3: Cho mạch điện như hình vẽ:



Điện trở R = 50Ω, cuộn thuần cảm $L=\frac{1}{\pi}H$, tụ $C=\frac{2.10^{-4}}{\pi}F$.

Hiệu điện thế: $u_{EF}=200\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{2}\right)(V)$

a. Viết biểu thức cường độ dòng điện qua mạch

A. $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{5\pi}{6}\right)(A)$ B. $i=2\cos(100\pi t)(A)$

C. $i=2\sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)(A)$ D. $i=2\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{6}\right)(A)$

b. Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch AB ?

A. $u_{AB}=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(V)$ B. $u_{AB}=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(V)$

C. $u_{AB}=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(V)$ D. $u_{AB}=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(V)$

c. Hiệu điện thế hai đầu đoạn AE?

A. $u_{AE}=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(V)$ B. $u_{AE}=200\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(V)$

C. $u_{AE}=100\cos(100\pi t)(V)$ D. $u_{AE}=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(V)$

d. Hiệu điện thế hai đầu đoạn FB?

A. $u_{FB}=100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(V)$ B. $u_{FB}=100\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{2}\right)(V)$

C. $u_{FB}=100\cos(100\pi t)(V)$ D. $u_{FB}=200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{3}\right)(V)$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Đây là bài toán mang tính tổng quát về dạng toán tìm biểu thức hiệu điện thế hoặc cường độ dòng điện trong mạch.

a. Cảm kháng: $Z_L=\omega L=100\pi.\frac{1}{\pi}=100(\Omega)$

Dung kháng: $Z_C=\frac{1}{\omega.C}=\frac{1}{100\pi.63,6.10^{-6}}=50(\Omega)$

Do đề cho biểu thức của u_{EF} nên muốn tính pha của dòng điện ta tính:

$$\tan\varphi_{EF}=\frac{Z_L-0}{0}=+\infty\Rightarrow\varphi_{EF}=\frac{\pi}{2}$$

$$\varphi_i=\varphi_u-\varphi_{EF}=\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{2}=0$$

Cường độ dòng điện hiệu dụng cực đại: $I_0 = \frac{U_{0EF}}{Z_{EF}} = \frac{I_{0EF}}{Z_L} = \frac{200}{100} = 2(A)$

Vậy biểu thức của i là: $i = 2.\cos(100\pi t)(A)$

b. Để viết biểu thức đoạn AB ta tính φ_{AB} bằng công thức:

$$\tan\varphi_{AB} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{100-50}{50} = 1 \Rightarrow \varphi_{AB} = \frac{\pi}{4}$$

Hiệu điện thế hiệu dụng cực đại giữa hai đầu mạch:

$$U_{0AB} = I_0.Z_{AB} = I_0.\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 2.\sqrt{50^2 + (100-50)^2} = 100\sqrt{2}(V)$$

$$\varphi_{uAB} = \varphi_i + \varphi_{AB} = 0 + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}$$

Vậy biểu thức u_{AB} là: $u_{AB} = 100\sqrt{2}.\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(V)$

c. Do đoạn AE chỉ chứa R nên: $\tan\varphi_{AE} = \frac{0}{R} = 0 \Rightarrow \varphi_{AE} = 0$

Hay nói cách khác đoạn mạch chỉ chứa R thì u và i luôn cùng pha.

Hiệu điện thế hiệu dụng cực đại giữa hai đầu R:

$$U_0AE = I_0.Z_{AE} = I_0.R = 2.50 = 100(V)$$

Vậy biểu thức U_{AE} là: $u = 100.\cos(100\pi t)(V)$

d. Do đoạn FB chỉ chứa tụ điện nên: $\varphi_{FB} = \frac{-Z_C}{0} = -\infty \Rightarrow \varphi_{FB} = -\frac{\pi}{2}$

Hiệu điện thế hiệu dụng cực đại giữa hai đầu tụ:

$$U_{0FB} = I_0.Z_{FB} = I_0.Z_C = 2.50 = 100(V)$$

Vậy biểu thức hiệu điện thế giữa hai đầu FB là:

$$\Rightarrow U_{FB} = 100.\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)(V)$$

Câu 4: Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm một điện trở thuần $R = 80\Omega$, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 64mH và một tụ điện có điện dung $C = 40\mu F$ mắc nối tiếp, tần số của dòng điện f = 50Hz. Đoạn mạch được đặt vào điện áp xoay chiều có biểu thức u = 282cos314t (V). Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong đoạn mạch.

A. $i = 2,82\cos\left(314t - \frac{37\pi}{180}\right)$

B. $i = 2,82\cos\left(314t + \frac{37\pi}{180}\right)$

C. $i = 2\cos\left(314t + \frac{37\pi}{180}\right)$

D. $i = 2\cos\left(314t + \frac{57\pi}{180}\right)$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Tần số góc: $\omega = 2\pi f = 2\pi.50 = 100\pi$ rad/s

Cảm kháng: $Z_L = \omega L = 100\pi.64.10^{-3} \approx 20\Omega$

Dung kháng: $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{100\pi.40.10^{-6}} \approx 80\Omega$

Tổng trở: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{80^2 + (20-80)^2} = 100\Omega$

Cường độ dòng điện cực đại: $I_o = \dfrac{U_o}{Z} = \dfrac{282}{100} = 2,82$ A

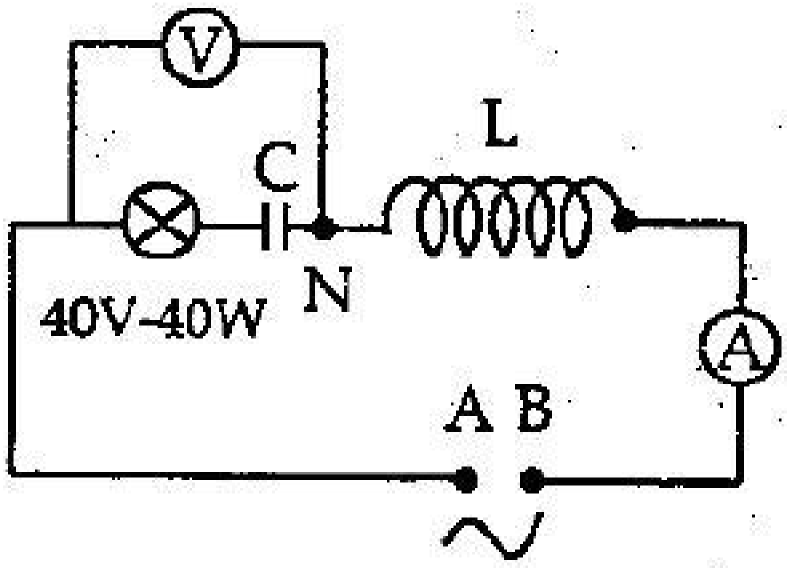
Độ lệch pha của hiệu điện thế so với cường độ dòng điện:

$\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{20-80}{80} = -\dfrac{3}{4} \Rightarrow \varphi \approx -37^o$

$\Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi = -\varphi = 37^o = \dfrac{37\pi}{180}$ rad;

Vậy $i = 2,82\cos\left(314t + \dfrac{37\pi}{180}\right)$ (A). ***Chọn B***

Câu 5: Cho mạch điện như hình vẽ.



Biết $L = \dfrac{1}{10\pi}$H, $C = \dfrac{10^{-3}}{4\pi}$F

và đèn ghi (40V - 40W).

Đặt vào 2 điểm A và N một hiệu điện thế

$U_{AN} = 120\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V)

Các dụng cụ đo không làm ảnh hưởng đến mạch điện. Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch

A. $i = 3\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$

B. $i = 4\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$

C. $i = 3\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)$

D. $i = 4\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)$

Phân tích và hướng dẫn giải :

Cảm kháng: $Z_L = \omega L = 100\pi.\dfrac{1}{10\pi} = 10\Omega$;

Dung kháng: $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{100\pi.\dfrac{10^{-3}}{4\pi}} = 40\Omega$

Điện trở của bóng đèn: $R_đ = \dfrac{U_{đm}^2}{P_{đm}} = \dfrac{40^2}{40} = 40\Omega$

Tổng trở đoạn mạch AN: $Z_{AN} = \sqrt{R_đ^2 + Z_C^2} = \sqrt{40^2 + 40^2} = 40\sqrt{2}\Omega$

Số chỉ của vôn kế: $U_{AN} = \dfrac{U_{oAN}}{\sqrt{2}} = \dfrac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120$ V

Số chỉ của ampe kế: $I_A = I = \dfrac{U_{AN}}{Z_{AN}} = \dfrac{120}{40\sqrt{2}} = \dfrac{3}{\sqrt{2}} \approx 2{,}12\ A$

Biểu thức cường độ dòng điện có dạng: $i = I_o\cos(100\pi t + \varphi_i)\,(A)$

Ta có : $\tan\varphi_{AN} = \dfrac{-Z_C}{R_d} = -\dfrac{40}{40} = -1 \Rightarrow \varphi_{AN} = -\dfrac{\pi}{4}$ rad

$\Rightarrow\ \varphi_i = \varphi_{uAN} - \varphi_{AN} = -\varphi_{AN} = \dfrac{\pi}{4}$ rad; $I_o = I\sqrt{2} = \dfrac{3}{\sqrt{2}}.\sqrt{2} = 3\ A$

Vậy $i = 3\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (A). *Chọn A*

Dạng 3. CÁC GIÁ TRỊ TỨC THỜI CỦA HIỆU ĐIỆN THẾ VÀ CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Cho biểu thức cường độ dòng điện trong mạch AC là: $i = 5\sqrt{2}\cos(100\pi t) + \dfrac{\pi}{6}(A)$ ở thời điểm $t = \dfrac{1}{300}(s)$ cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị:

A. Cực đại
B. Cực tiểu
C. Bằng không
D. Một giá trị khác

Phân tích và hướng dẫn giải:

Dạng toán này giống dạng toán tìm các đại lượng như li độ, vận tốc, gia tốc .... bên chương dao động cơ. Vì thế cách dễ nhất là thay thời điểm t vào phương trình và sẽ có ngay đáp án.

Thay $t = \dfrac{1}{300}(s)$ vào phương trình:

$i = 5\sqrt{2}\cos\left(100\pi.\dfrac{1}{300} + \dfrac{\pi}{6}\right) = 5\sqrt{2}\cos\left(\dfrac{\pi}{3} + \dfrac{\pi}{6}\right) = 5\sqrt{2}\cos\dfrac{\pi}{2} = 0$. *Chọn C*

***Lưu ý:** Chúng ta không nên nhầm lẫn đáng tiếc khi hiểu cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị cực tiểu và* cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị bằng không là giống nhau. *cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị cực tiểu mang giá trị âm và bằng –Io*

Ví dụ 2: Biểu thức cường độ dòng điện xoay chiều qua mạch là: $i = I_0.\cos(100\pi.t)(A)$. Tính từ lúc 0(giây), xác định thời điểm đầu tiên mà dòng điện có cường độ tức thời bằng cường độ hiệu dụng?

A. $t = \dfrac{1}{200}(s)$
B. $t = \dfrac{1}{300}(s)$
C. $t = \dfrac{1}{400}(s)$
D. $t = \dfrac{1}{500}(s)$

Hướng dẫn giải:

Khi dòng điện có cường độ tức thời bằng cường độ hiệu dụng thì:

$$i = I_0.\cos(100\pi.t)(A) = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow \cos(100\pi t) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Giải phương trình lượng giác trên ta thu được nghiệm:

$$100\pi = \pm\frac{\pi}{4} + k2\pi \Rightarrow t = \pm\frac{1}{400} + k.\frac{1}{50}.$$

Ta chọn k nguyên sao cho t có giá trị dương bé nhất. Với $k = 0$ thì t có giá trị dương bé nhất bằng $t = \frac{1}{400}$ (s). Vậy tính từ 0 (giây) kể từ thời điểm đầu tiên mà dòng điện có cường độ tưc thời bằng cường độ hiệu dụng là: $t = \frac{1}{400}$(s). *Chọn C*

Ví dụ 3: Mạch điện xoay chiều không phân nhánh gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có cảm kháng Z_L và tụ điện có dung kháng $Z_C = 2Z_L$. Vào một thời điểm khi hiệu điện thế trên điện trở và trên tụ điện có giá trị tức thời tương ứng là 40V và 30V thì hiệu điện thế giữa hai đầu mạch điện là:

A. 55V B. 85V C. 50V D. 25V

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là dạng toán liên hệ giữa các hiệu điện thế tức thời, vì thế để giải bài toán này ta cần nắm rõ mối liên hệ về pha giữa các u với nhau.

Vì u_L và u_C ngược pha nên $u_C.u_L < 0$ theo đề cho

$Z_C = 2Z_L \Rightarrow |u_C| = 2|u_L|$ mà $u_C = 30V \Rightarrow u_L = -15V$

Vậy $u = u_R + u_L + u_C = 40 - 15 + 30 = 55V$. *Chọn A*

Chú ý : *chỉ có giá trị tức thời của các u mới có hệ thức* $u = u_R + u_L + u_C$

Ví dụ 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\cos(\omega t)$ (V) vào hai đầu mạch gồm điện trở R nối tiếp với tụ C có $Z_C = R$. Tại thời điểm điện áp tức thời trên điện trở là 50V thì điện áp tức thời trên tụ là

A. 50V. B. $50\sqrt{3}$ V. C. 60V. D. $60\sqrt{3}$ V.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bài toán vừa cho các giá trị hiệu dụng, vừa cho các giá trị tức thời. Để giải các dạng toán này ta áp dụng định luật Ôm cho các giá trị tức thời (chỉ đúng với đoạn mạch chỉ có điện trở) và hiệu dụng (đúng cho tất cả các đoạn mạch) và kết hợp với hệ thức độc lập theo thời gian.

Đề cho $Z_C = R \Rightarrow U_{0C} = U_{0R} = 100V$

Áp dụng định luật Ôm: $i=\frac{u_R}{R}=\frac{50}{R}$ còn $I_0=\frac{U_{0R}}{R}$

Áp dụng hệ thức độc lập trong đoạn mạch chỉ chứa tụ C:

$$\frac{u_C^2}{U_{0C}^2}+\frac{i^2}{I_0^2}=1\Leftrightarrow\frac{u_C^2}{100^2}+\frac{\left(\frac{u_R}{R}\right)^2}{\left(\frac{U_{0R}}{R}\right)^2}=1\Rightarrow u_C^2=7500\Rightarrow u_C=\pm50\sqrt{3}V$$. *Chọn B*

Ví dụ 5: Đặt điện áp $u=U_0\cos\omega t$ vào 2 đầu cuộn cảm thuần có $L=\frac{1}{3\pi}H$. Ở thời điểm t₁, các giá trị tức thời của u và i lần lượt là 100V và $-2{,}5\sqrt{3}$ A. ở thời điểm t₂ có giá trị là $100\sqrt{3}$ V và –2,5A. Tìm ω

A. 100π rad/s. B. 110π rad/s. C. 120π rad/s D. 130π rad/s

Hướng dẫn giải:

Do mạch chỉ có L nên u và i luôn vuông pha nhau. Phương trình của i có dạng

$$i=I_0\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)=I_0\sin\omega t \qquad (1)$$

$$u=U_0\cos\omega t \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2+\left(\frac{u}{U_0}\right)^2=1$

Thay hai thời điểm t₁ và t₂ vào phương trình trên, ta có hệ:

$$\begin{cases}\left(\frac{2{,}5\sqrt{3}}{I_0}\right)^2+\left(\frac{100}{U_0}\right)^2=1\\ \left(\frac{2{,}5}{I_0}\right)^2+\left(\frac{100\sqrt{3}}{U_0}\right)^2=1\end{cases}.\ \text{Suy ra}\ \begin{cases}I_0=5\\ U_0=200V\end{cases}$$

Mà $I_0=\frac{U_0}{Z_L}\Leftrightarrow5=\frac{200}{L\omega}\Leftrightarrow\omega=120\pi(rad/s)$. *Chọn C*

Ví dụ 6: Một đèn nêon mắc với mạch điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 220V và tần số 50Hz. Biết đèn sáng khi điện áp giữa 2 cực không nhỏ hơn 155V.

a) Trong một giây, bao nhiêu lần đèn sáng? Bao nhiêu lần đèn tắt?

b) Tính tỉ số giữa thời gian đèn sáng và thời gian đèn tắt trong một chu kỳ của dòng điện?

Hướng dẫn giải:

a) $u=220\sqrt{2}\sin(100\pi t)(V)$

- Trong một chu kỳ có 2 khoảng thời gian thỏa mãn điều kiện đèn sáng

$|u| \geq 155$ V

Do đó trong một chu kỳ, đèn chớp sáng 2 lần, 2 lần đèn tắt

- Số chu kỳ trong một giây: n = f = 50 chu kỳ.
- Trong một giây đèn chớp sáng 100 lần, đèn chớp tắt 100 lần.

b) ***Cách 1:*** **dùng phương trình lượng giác**

Tìm khoảng thời gian đèn sáng trong nửa chu kỳ đầu

$$\Rightarrow 220\sqrt{2}\sin(100\pi t) \geq 155 \Rightarrow \sin(100\pi t) \geq \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\pi}{6} \leq 100\pi t \leq \frac{5\pi}{6} \Rightarrow \frac{1}{600}\text{s} \leq t \leq \frac{5}{600}\text{s}$$

- Thời gian đèn sáng trong nửa chu kỳ : $\Delta t = \frac{5}{600} - \frac{1}{600} = \frac{1}{150}$s

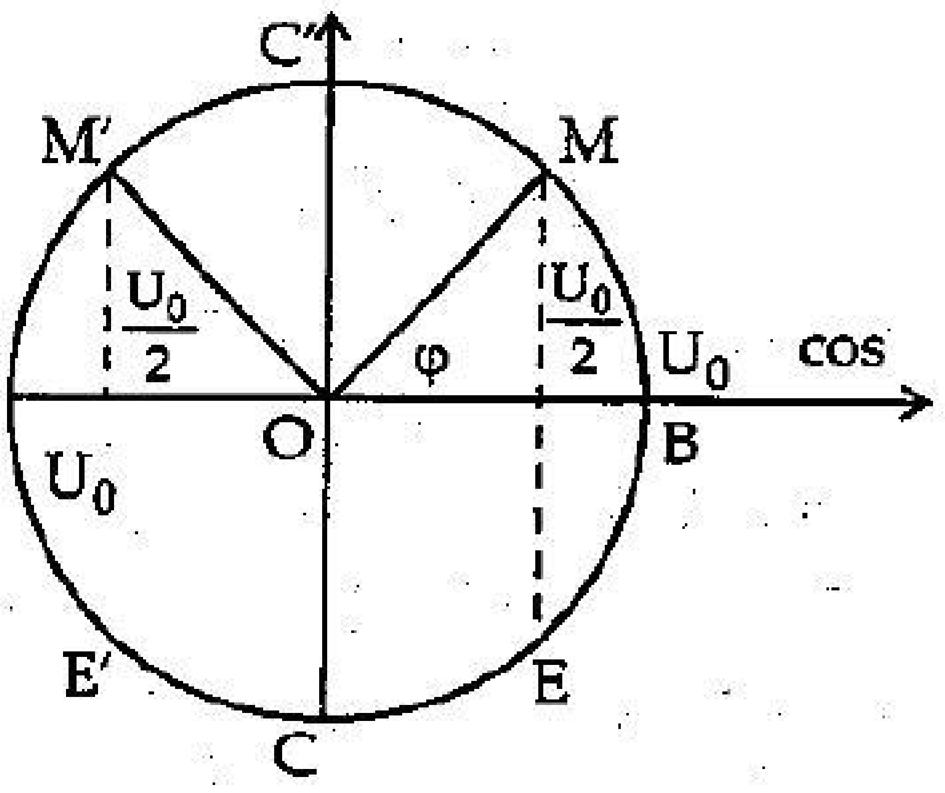
$\Rightarrow$ Thời gian đèn sáng trong một chu kỳ: $t_s = 2.\frac{1}{150} = \frac{1}{75}$s

- Thời gian đèn tắt trong chu kỳ:

$$t_{tat} = T - t_s = \frac{1}{50} - \frac{1}{75} = \frac{1}{150}\text{s}$$

- Tỉ số thời gian đèn sáng và thời gian đèn tắt trong một chu kỳ:

$$\frac{t_s}{t_{tat}} = \frac{\frac{1}{75}}{\frac{1}{150}} = 2$$



Cách 2: **dùng vòng tròn lượng giác:**

$$|u| \geq 155 \Rightarrow 155 = \frac{220\sqrt{2}}{2} = \frac{U_0}{2}.$$

Vậy thời gian đèn sáng tương ứng chuyển động tròn đều quay góc $\widehat{EOM}$ và góc $\widehat{E'OM}$.

Biểu diễn bằng hình ta thấy tổng thời gian đèn sang ứng với thời gian $t_s = 4.t$ với t là thời gian bán kính quét góc $\widehat{BOM}$;

với $\cos\varphi = \frac{U_0/2}{U_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pi/3.$

Áp dụng : $t_S = \frac{4.\pi/3}{100\pi} = \frac{1}{75}\text{s} \Rightarrow \frac{t_S}{t_{tat}} = \frac{t_s}{T-t_s} = \frac{1/75}{1/150} = 2$

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

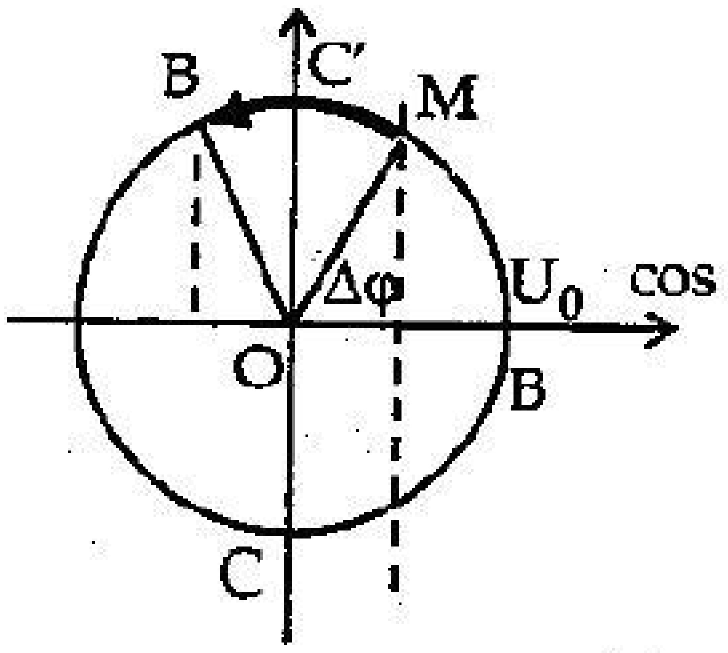
Câu 1: Tại thời điểm t, điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị $100\sqrt{2}V$ và đang giảm. Sau thời điểm đó $\frac{1}{300}s$, điện áp này có giá trị là

A. $-100V$. B. $100\sqrt{3}V$. C. $-100\sqrt{2}V$. D. 200 V.

Hướng dẫn giải

Dùng mối liên quan giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều, khi $t = 0$, u ứng với chuyển động tròn đều ở C. Vào thời điểm t, $u = 100\sqrt{2}V$ và đang giảm nên ứng với chuyển động tròn đều tại M với $\widehat{MOB} = \Delta\varphi$.

Ta có : $\cos\Delta\varphi = \frac{u}{U_0} = \frac{100\sqrt{2}}{200\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$



Suy ra $\Delta\varphi = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{3}}{100\pi} = \frac{1}{300}s$.

Vì vậy thêm $\frac{1}{300}s$, u ứng với chuyển động tròn đều ở B với $\widehat{BOM} = \frac{\pi}{3}$.

Suy ra lúc đó $u = -100\sqrt{2}V$. *Chọn C*

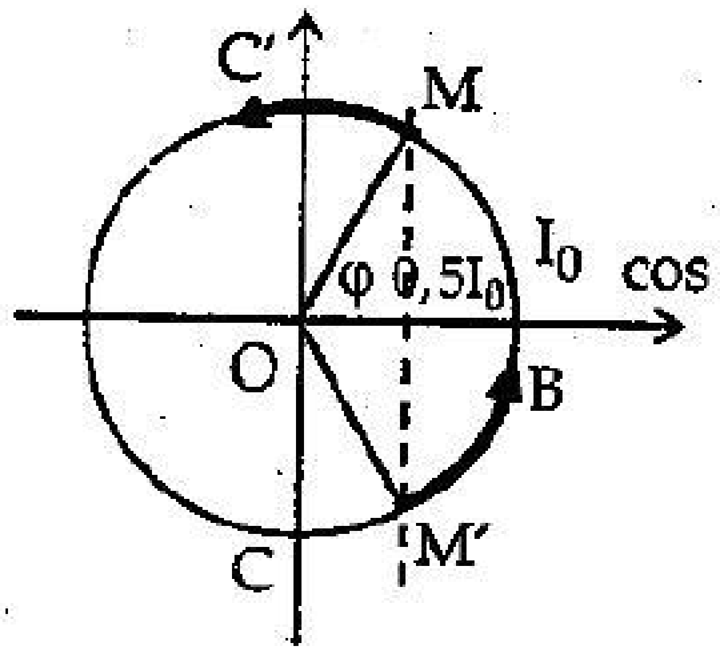
Câu 2: Vào cùng một thời điểm nào đó, hai dòng điện xoay chiều $i_1 = I_0\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $i_2 = I_0\cos(\omega t + \varphi_2)$ đều cùng có giá trị tức thời là $0,5I_0$, nhưng một dòng điện đang giảm, còn một dòng điện đang tăng. Hai dòng điện này lệch pha nhau một góc bằng.

A. $\frac{5\pi}{6}$ B. $\frac{2\pi}{3}$ C. $\frac{\pi}{6}$ D. $\frac{4\pi}{3}$

Hướng dẫn giải

Dùng mối liên quan giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều:

Đối với dòng i_1 khi có giá trị tức thời $0,5I_0$ và đang tăng ứng với chuyển động tròn đều ở M', còn đối với dòng i_1 khi có giá trị tức thời $0,5I_0$ và đang giảm ứng với chuyển động tròn đều ở M. Bằng công thức lượng giác ở chương dao động cơ, ta có:



$\varphi = \widehat{MOB} = \widehat{M'OB} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \widehat{MOM'} = \frac{2\pi}{3}$

Cường độ dòng điện tức thời i_1 và i_2 lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$. *Chọn B*

Câu 3: Dòng điện chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i = I_0\sin100\pi t$. Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01s cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm:

A. $\frac{1}{400}$s và $\frac{2}{400}$s B. $\frac{1}{500}$s và $\frac{3}{500}$s

C. $\frac{1}{300}$s và $\frac{2}{300}$s D. $\frac{1}{600}$s và $\frac{5}{600}$s

Hướng dẫn giải

Xét phương trình: $i=0,5I_0 \Leftrightarrow I_0\sin(100\pi t) = \frac{1}{2}I_0 \Leftrightarrow \sin(100\pi t) = \frac{1}{2} = \sin\frac{\pi}{6}$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} 100\pi t = \frac{\pi}{6} + 2k\pi(k \ge 0) \\ 100\pi t = \frac{5\pi}{6} + 2l\pi(l \ge 0) \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} t = \frac{1}{600} + \frac{k}{50} \\ t = \frac{5}{600} + \frac{l}{50} \end{array}\right.$$

$$\left[\begin{array}{l} t = \left\{\frac{1}{600}; \frac{1}{600} + \frac{1}{50}; \frac{1}{600} + \frac{2}{50}...\right\} \\ t = \left\{\frac{5}{600}; \frac{5}{600} + \frac{1}{50}; \frac{5}{600} + \frac{2}{50}...\right\} \end{array}\right.$$

Vậy trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01s cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm $\frac{1}{600}$s và $\frac{5}{600}$s. *Chọn D.*

Câu 4: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ vào hai đầu một tụ điện thì cường độ dòng điện qua nó có giá trị hiệu dụng là I. Tại thời điểm t, điện áp ở hai đầu tụ điện là u và cường độ dòng điện qua nó là i. Hệ thức liên hệ giữa các đại lượng là

A. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{4}$ B. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 1$ C. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = 2$ D. $\frac{u^2}{U^2} + \frac{i^2}{I^2} = \frac{1}{2}$

Hướng dẫn giải

$\frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_0^2} = 1 \Rightarrow \frac{i^2}{I^2} + \frac{u^2}{U^2} = 2$. ***Đáp án C.***

Câu 5: Đặt điện áp xoay chiều vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Biết cảm kháng của cuộn cảm bằng 3 lần dung kháng của tụ điện. Tại thời điểm t, điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở và điện áp tức thời giữa hai đầu tụ điện có giá trị tương ứng là 60 V và 20 V. Khi đó điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch là

A. $20\sqrt{13}$ V. B. $10\sqrt{13}$ V. C. 140 V. D. 20 V.

Hướng dẫn giải

Do $Z_L = 3Z_C$. Khi $u_C = 20V$ thì $u_L = -60V$ (vì u_L và u_C luôn ngược pha nhau)

$u = u_R + u_L + u_C = 20V$. *Chọn D*

Dạng 4: ĐIỆN LƯỢNG QUA TIẾT DIỆN DÂY DẪN

Phương pháp :

+ Điện lượng qua tiết diện S trong thời gian t là q với: $q = i.t$
+ Điện lượng qua tiết diện S trong thời gian từ t_1 đến t_2 là Δq :

$$\Delta q = i.\Delta t \Rightarrow q = \int_{t_1}^{t_2} i.dt$$

VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Cho dòng điện xoay chiều chạy qua đoạn mạch có biểu thức: $i = I_0\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$. Xác định điện lượng di chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn đoạn mạch trong thời gian $t = \frac{\pi}{4}$ kể từ lúc thời điểm 0 giây?

A. $q = I_0\frac{T}{2\pi}$(C) B. $q = I_0\frac{T}{\pi}$(C) C. $q = I_0\frac{T}{3\pi}$(C) D. $q = I_0\frac{T}{4\pi}$(C)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Đây là bài toán cần đến công cụ toán học là tích phân. Trong chương trình toán lớp 12 thì tích phân được dạy trong học kỳ II trong khi dòng điện xoay chiều thì được học trong kỳ I. Hy vọng cuốn sách sẽ tạo động lực để các bạn học trước phần này vì tích phân là phần tương đối dễ trong đề thi đại học môn toán.

Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn bằng đạo hàm bậc nhất của điện lượng q chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn theo thời gian t theo biểu thức: $i = \frac{dq}{dt} = q'(t)$. Từ đó suy ra điện lượng di chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn là: $dq = idt$ .Trong khoảng thời gian $t = \frac{T}{4}$ kể từ lúc thời điểm 0 giây(thời điểm ban đầu) điện lượng di chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn là:

$$q = \int_0^{\frac{\pi}{4}} i.dt = \int_0^{\frac{\pi}{4}} I_0.\cos\left(\frac{2\pi}{T}.t\right).dt = I_0\int_0^{\frac{\pi}{4}}.\cos\left(\frac{2\pi}{T}.t\right).dt$$

Lấy tích phân và thay cận ta có:

$$q = I_0.\frac{T}{2\pi}\left|\sin\left(\frac{2\pi}{T}.t\right)\right|_0^{\frac{T}{4}} = I_0.\frac{T}{2\pi}\left|\sin\left(\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4}\right) - \sin\left(\frac{2\pi}{T}.0\right)\right| = \frac{I_0.T}{2\pi}\text{(C)}$$. ***Chọn A***

Ví dụ 2: Dòng điện xoay chiều $i = 2\sin100\pi t$(A) qua một dây dẫn. Điện lượng chạy qua tiết diện dây trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,15s là:

A. 0 B. 4/100π(C) C. 3/100π(C) D. 6/100π(C)

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo định nghĩa về cường độ dòng điện: $i = \frac{dq}{dt}$

Điện lượng chạy qua tiết diện dây trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,15s là:

$$\Rightarrow q = \int i.dt = \int_0^{0,15} 2.\sin 100\pi t$$

Lấy tích phân và thay số ta được: $q = -\frac{2\cos 100\pi t}{100\pi}\Big|_0^{0,15} = \frac{4}{100\pi}$. *Chọn B*

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: (Đề 23 cục khảo thí) Dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = 2\cos 100\pi t(A)$ chạy qua dây dẫn. Điện lượng chạy qua một tiết điện dây trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,15s là:

A.0 B. $\frac{4}{100\pi}(C)$ C. $\frac{3}{100\pi}(C)$ D. $\frac{6}{100\pi}(C)$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo định nghĩa về cường độ dòng điện: $i = \frac{dq}{dt}$

Điện lượng chạy qua tiết diện dây trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,15s là:

$$\Rightarrow q = \int i.dt = \int_0^{0,15} 2.\cos 100\pi t \Rightarrow q = \frac{2\sin 100\pi t}{100\pi}\Big|_0^{0,15} = 0$$. *Chọn A*

Câu 2: Dòng điện xoay chiều hình sin chạy qua một đoạn mạch có biểu thức cường độ là $i = I_0\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$, $I_0 > 0$. Tính từ lúc $t = 0(s)$, điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn của đoạn mạch đó trong thời gian bằng nửa chu kỳ của dòng điện là

A.0 B. $\frac{2I_0}{\omega}$ C. $\frac{\pi\sqrt{2}I_0}{\omega}$ D. $\frac{\pi I_0}{\omega\sqrt{2}}$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Theo định nghĩa về cường độ dòng điện: $i = \frac{dq}{dt}$

Điện lượng qua tiết diện dây trong khoảng thời gian từ 0 đến $0,5T = \frac{\pi}{\omega}$

$$q = \int i.dt = \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} I_0.\cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \Rightarrow q = \left[\frac{I_0\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})}{\omega}\right]_0^{\frac{\pi}{\omega}} = \frac{2I_0}{\omega}$$. *Chọn B*

Dạng 5. CÁC GIÁ TRỊ HIỆU DỤNG CỦA HIỆU ĐIỆN THẾ VÀ CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN CỦA ĐOẠN MẠCH XOAY CHIỀU R-L-C MẮC NỐI TIẾP

Phương pháp :

Sử dụng công thức : $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

hay $\cos\varphi = \dfrac{U_R}{U}$ hay $U = \dfrac{P}{I.\cos\varphi}$ hay $\tan\varphi = \dfrac{U_L - U_C}{U_R}$

hay dùng giản đồ vec tơ

VÍ DỤ MẪU:

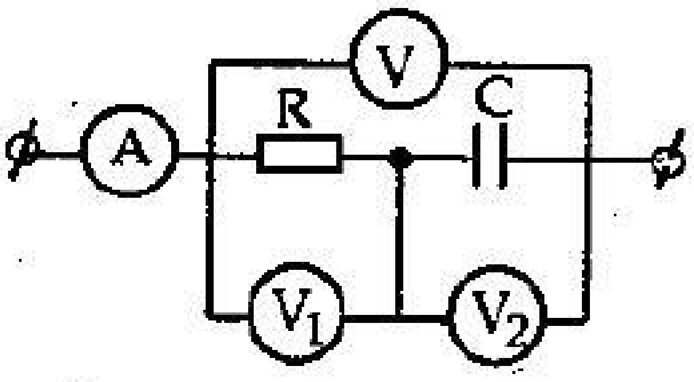
Ví dụ 1: Cho mạch điện xoay chiều có tần số $f = 50(Hz)$, điện trở $R = 33\Omega$, tụ $C = \dfrac{10^{-2}}{56\pi}(F)$. Ampe kế chỉ $I = 2(A)$. Hãy tìm số chỉ của các vôn kế, biết rằng ampe kế có điện trở rất nhỏ và các vôn kế có điện trở rất lớn?

A. $U = 130(V); U_1 = 66(V); U_2 = 112(V)$

B. $U = 137(V); U_1 = 66(V); U_2 = 212(V)$

C. $U = 13(V); U_1 = 66(V); U_2 = 112(V)$

D. $U = 160(V); U_1 = 66(V); U_2 = 112(V)$



Phân tích và hướng dẫn giải:

Bài toán chỉ cần áp dụng định luật Ôm cho từng loại đoạn mạch là được giải quyết nhanh chóng.

Dung kháng của tụ: $Z_C = \dfrac{1}{2\pi.f.C} = \dfrac{1}{2\pi.50.\dfrac{10^{-2}}{56\pi}} = 56\Omega$

V_1 chỉ hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu điện trở

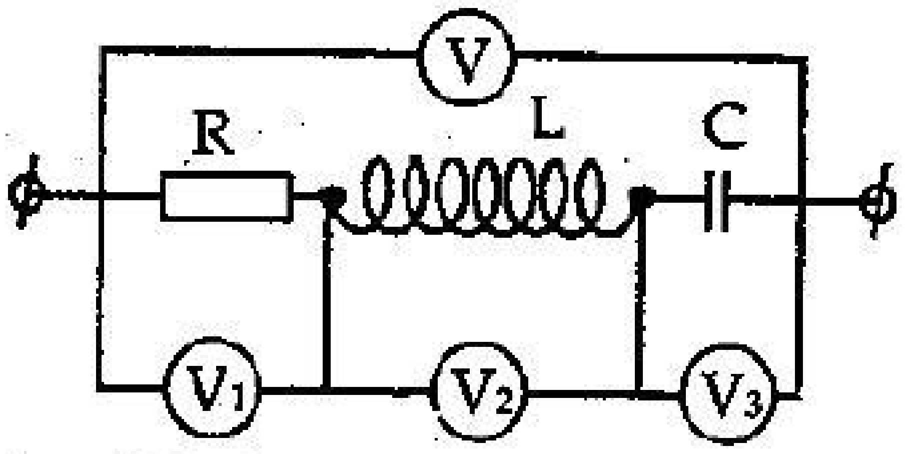
Nên: $V_R = I.R = 2.33 = 66(\Omega)$

V_2 chỉ hiệu điện thê hai đầu tụ C nên: $U_C = I.Z_C = 2.56 = 112(\Omega)$

Vôn kế V chỉ hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch nên

$U = I.Z = I.\sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{33^2 + 56^2} = 130(V)$. *Vậy chọn A*

Ví dụ 2: Cho mạch như hình vẽ: điện trở R, cuộn dây thuần cảm L và tụ C mắc nối tiếp. Các vôn kế có điện trở rất lớn, V_1 Chỉ $U_R = 5(V)$, V_2 chỉ $U_L = 9(V)$, V chỉ $U = 13(V)$.



Hãy tìm số chỉ V_2 biết rằng mạch có tính dung kháng?

A. 12(V) B. 21(V) C. 15 (V) D. 51(V)

Hướng dẫn giải:

Áp dụng công thức tính hiệu điện thế hiệu dụng tổng quát của mạch nối tiếp R, L, C ta có: $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

Hay: $U^2 - U_R^2 = (U_L - U_C)^2$

Hay thay số ta có: $13^2 - 5^2 = (U_L - U_C)^2$

$\Leftrightarrow (U_L - U_C)^2 = 144 \Rightarrow U_L - U_C = \pm 12$

Theo đề cho: mạch có tính dung kháng nên:

$U_C > U_L \Rightarrow U_L - U_C = -12 \Rightarrow U_C = U_L + 12 = 9 + 12 = 21(V)$

U_C chính là số chỉ vôn kế V_3. ***Vậy chọn B***

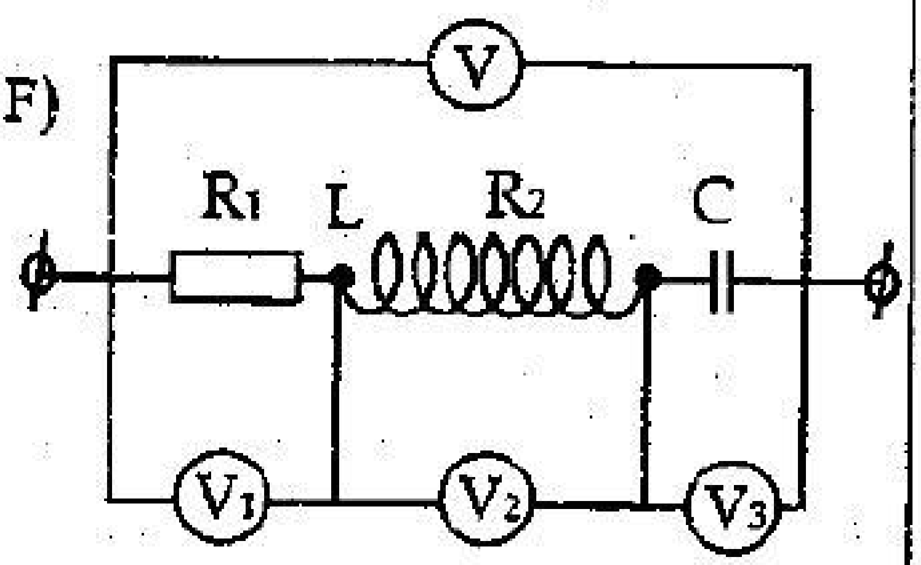
Ví dụ 3: Cho mạch như hình vẽ:

tần số $f = 50(Hz)$, $R_1 = 18(\Omega)$, tụ $C = \dfrac{10^{-3}}{4\pi}(F)$

Cuộn dây có điện trở hoạt động $R_2 = 9(\Omega)$

Và có độ tự cảm $L = \dfrac{2}{5\pi}(H)$.

Các máy đo không ảnh hưởng đáng kể đối với dòng điện qua mạch.



Vôn kế V_2 chỉ 82(V). Hãy tìm số chỉ ampe kế A và của các vôn kế V_1, V_3 và V?

A. $I = 2(A); U_1 = 36(V); U_3 = 80(V); U = 54(V)$

B. $I = 2(A); U_1 = 30(V); U_3 = 40(V); U = 54(V)$

C. $I = 5(A); U_1 = 36(V); U_3 = 40(V); U = 54(V)$

D. $I = 1(A); U_1 = 36(V); U_3 = 80(V); U = 54(V)$

Hướng dẫn giải

Ta có: $Z_C = 40(\Omega); Z_L = 40(\Omega)$

Vôn kế V_2 đo điện áp giữa hai đầu cuộn dây chứa L và R_2 nên ta có:

$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + Z_L^2} = \sqrt{9^2 + 40^2} = 41(V)$

Suy ra số chỉ ampe kế: $I = \dfrac{U_2}{Z_2} = \dfrac{82}{41} = 2(A)$

Vôn kế V_1 đo điện áp giữa hai đầu điện trở R_1 nên: $U_1 = I.R_1 = 2.18 = 36(\Omega)$

Vốn kế V_3 đo điện áp giữa hai đầu tụ điện C nên: $U_3 = I.Z_C = 2.40 = 80(\Omega)$

Và vôn kế V đo điện áp giữa hai đầu mạch AB nên:

$$U_{AB} = I.Z_{AB} = I.\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = I.\sqrt{(18 + 9)^2 + (40 - 40)^2} = 54(V)$$

Vậy chọn B

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện có điện dung C và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn cảm đạt giá trị cực đại thì thấy giá trị cực đại đó bằng 100 V và điện áp hiệu dụng ở hai đầu tụ điện bằng 36 V. Giá trị của U là

A. 80 V. B. 136 V. C. 64 V. D. 48 V.

Hướng dẫn giải:

$$\begin{cases} U^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2 \\ U_L^2 = U^2 + U_{RC}^2 = U^2 + U_R^2 + U_C^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U^2 - (64)^2 = U_R^2 \\ 100^2 = U^2 + U^2 - (64)^2 + 36^2 \end{cases} \Rightarrow U = 80V$$

Đáp án A

Câu 2: Cho mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây (L, r) và C mắc nối tiếp. Điện áp 2 đầu đoạn mạch là $u = 240\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$; $R = 30\Omega$. Tụ điện có C thay đổi. Khi cho C có 2 giá trị $C_1 = \dfrac{1}{\pi}10^{-3}F$ và $C_2 = \dfrac{1}{7\pi}.10^{-3}F$ thì cường độ như nhau. Xác định $U_{dây}$ của đoạn mạch chứa cuộn dây ?

A. $200\sqrt{2}$ V. B. $220\sqrt{2}$ V. C. 220 V. D. 200 V.

Hướng dẫn giải

$$I_1 = I_2 \Rightarrow Z_1 = Z_2 \Rightarrow Z_L = \frac{Z_{C_1} + Z_{C_2}}{2} = 40\Omega .$$

$U_d = \sqrt{R^2 + Z_L^2}.I = 50.4\sqrt{2} = 200\sqrt{2}(V)$. *Chọn A*

Câu 3: Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U vào hai đầu đoạn mạch AB gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, điện trở thuần R và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp theo thứ tự trên. Gọi U_L, U_R và U_C lần lượt là các điện áp hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch NB (đoạn mạch NB gồm R và C). Hệ thức nào dưới đây là đúng?

A. $U^2 = U_R^2 + U_C^2 + U_L^2$.

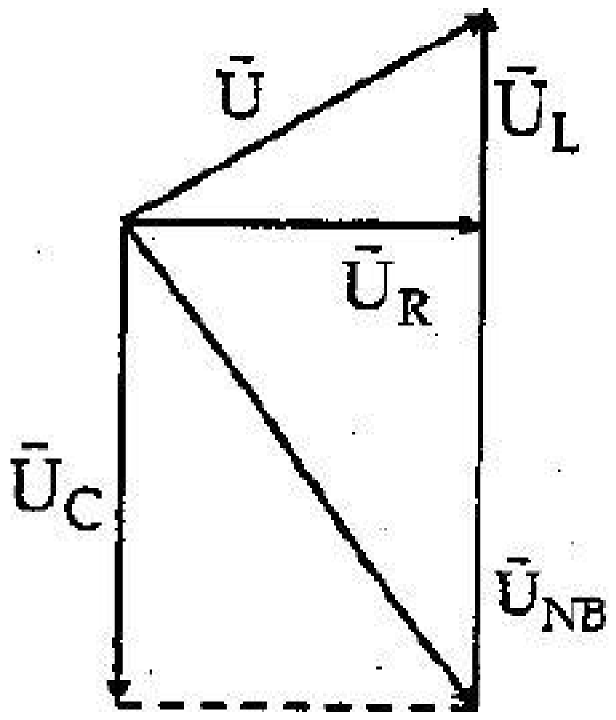
B. $U_C^2 = U_R^2 + U_L^2 + U^2$.

C. $U_L^2 = U_R^2 + U_C^2 + U^2$.

D. $U_R^2 = U_C^2 + U_L^2 + U^2$.

Hướng dẫn giải

Ta có giản đồ vecto:



Theo định lí Pi-ta-go: $U_L^2 = U_R^2 + U_{NB}^2 = U_R^2 + U_C^2 + U^2$

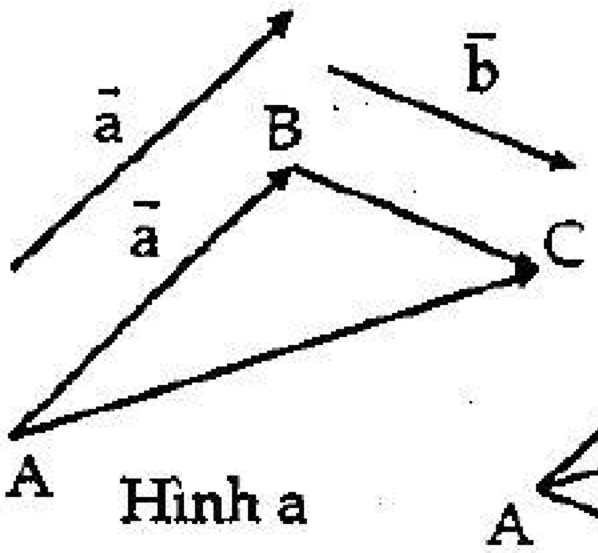
Dạng 6. GIẢI TOÁN BẰNG GIẢN ĐỒ VECTƠ

Phương pháp:

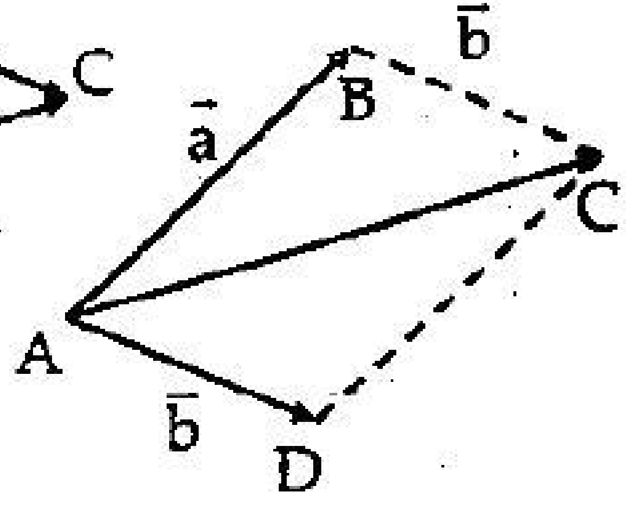
1) Các quy tắc cộng véc tơ

a) Quy tắc tam giác

Nội dung của quy tắc tam giác là: Từ điểm A tuỳ ý ta vẽ véctơ $\overline{AB} = \vec{a}$, rồi từ điểm B ta vẽ véctơ $\overline{BC} = \vec{b}$. Khi đó véctơ $\overline{AC}$ được gọi là tổng của hai véctơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$ (Xem hình a).



Hình a

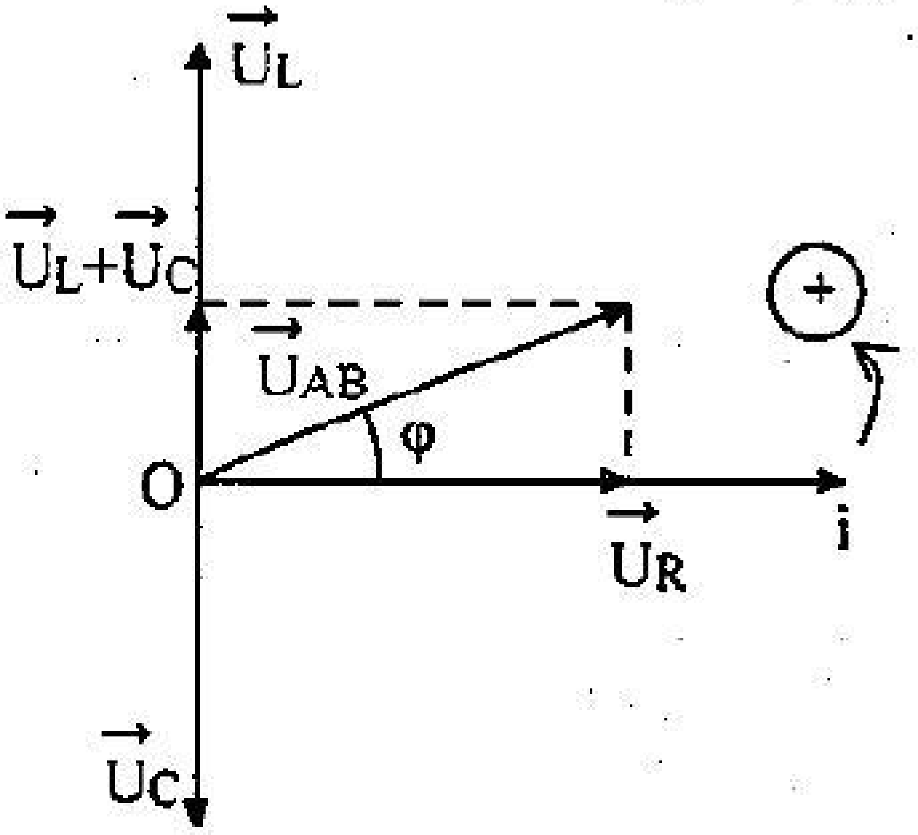


Hình b

b) Quy tắc hình bình hành

Nội dung của quy tắc hình bình hành là: Từ điểm A tùy ý ta vẽ hai véctơ $\overline{AB} = \vec{a}$ và $\overline{AD} = \vec{b}$, sau đó dựng điểm C sao cho ABCD là hình bình hành thì véctơ $\overline{AC}$ được gọi là tổng của hai véctơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$ (xem hình b). Ta thấy khi dùng quy tắc hình bình hành các véctơ đều có chung một gốc A nên gọi là các véctơ buộc.

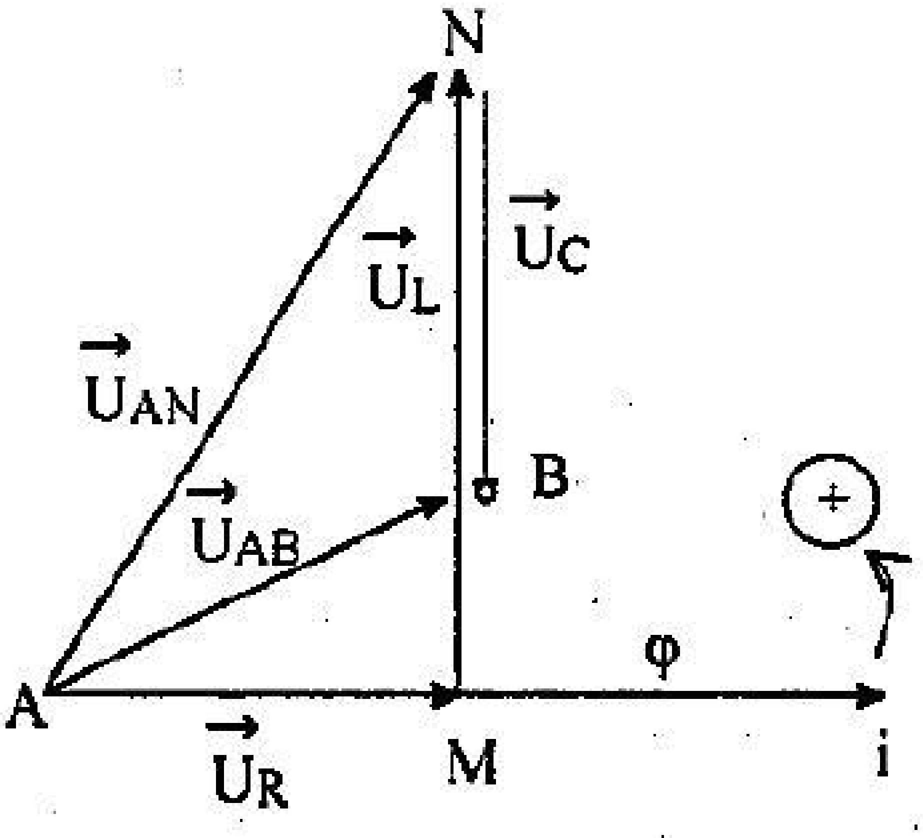
Vận dụng quy tắc hình bình hành để cộng các véctơ trong bài toán điện xoay chiều ta có phương pháp véctơ buộc, còn nếu vận dụng quy tắc tam giác thì ta có phương pháp véctơ trượt ("các véctơ nối đuôi nhau").



2) Cơ sở vật lí của phương pháp giản đồ véc tơ

Xét mạch điện như hình a hoặc hình b. Đặt vào 2 đầu đoạn AB một điện áp xoay chiều. Tại một thời điểm bất kì, cường độ dòng điện ở mọi chỗ trên mạch điện là như nhau. Nếu cường độ dòng điện đó có biểu thức là: $i = I_0 \cos \omega t$ (A) thì biểu thức điện áp giữa hai điểm AM, MN và NB lần lượt là:

$$u_{AM} = U_L\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)(V);$$



Hình 1

$$u_{MN} = U_R\sqrt{2}\cos\omega t\,(V);\ u_{NB} = U_C\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)(V).$$

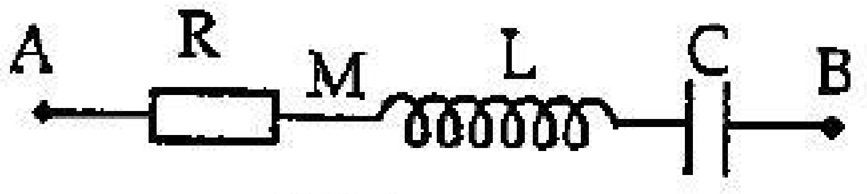
+ Do: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MN} + u_{NB}$.

+ Các đại lượng biến thiên điều hoà cùng tần số nên chúng có thể biểu diễn bằng các véctơ Frex-nen:

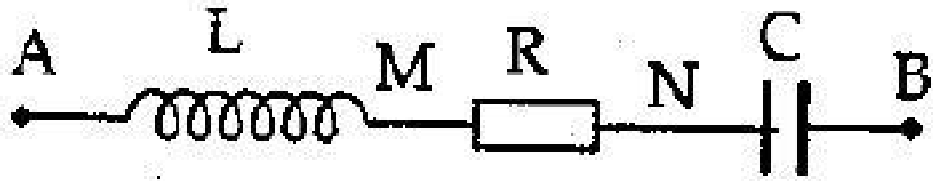
  $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_R + \vec{U}_C$ hoặc $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MN} + \vec{U}_{NB}$

  (trong đó độ lớn của các véctơ biểu thị điện áp hiệu dụng của nó).

Cách vẽ giản đồ véctơ cùng gốc: Vì i không đổi nên ta chọn trục cường độ dòng điện làm trục gốc, gốc tại điểm O, chiều dương là chiều quay lượng giác. (H.1)



Hình a



Hình b

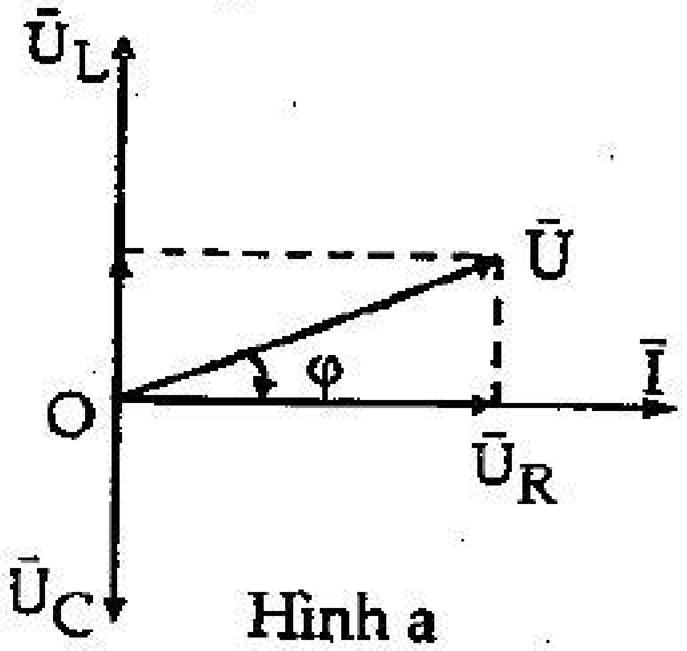
* Chọn trục ngang là trục cường độ dòng điện

* Chọn gốc A

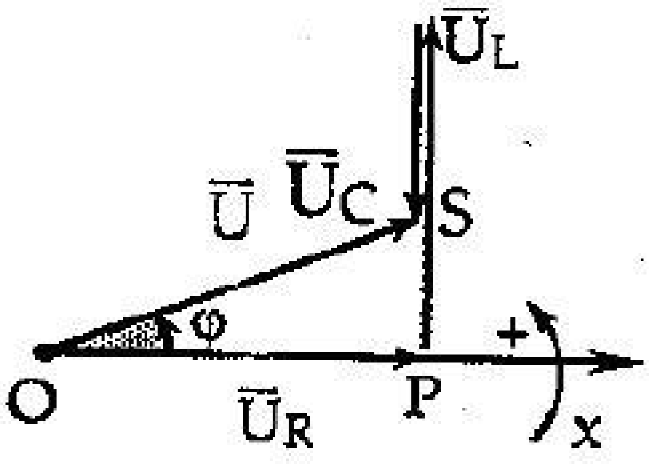
* Vẽ các vecto nối đuôi, hoặc vẽ cùng chung gốc O(là A)

+ Để thực hiện cộng các véctơ trên ta phải vận dụng một trong hai quy tắc cộng véc tơ.

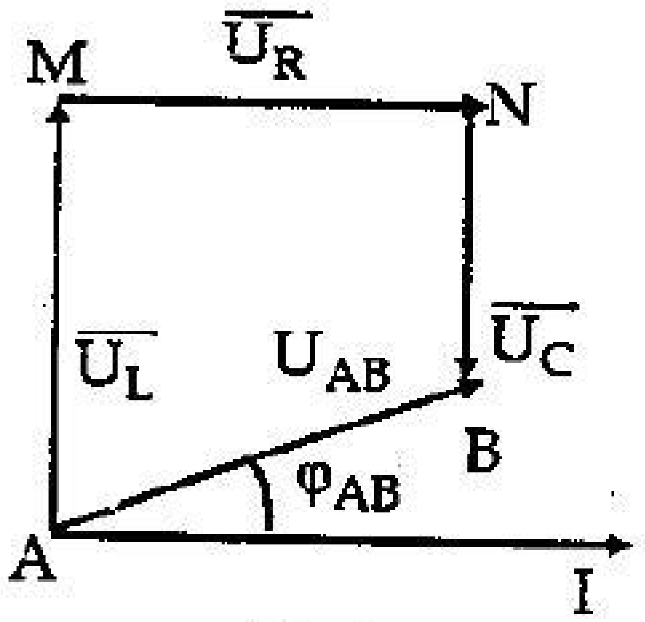
Cách vẽ giản đồ véctơ trượt *(Xem hình).*


$\vec{U}_L$
$\vec{U}$
φ
O
$\vec{I}$
$\vec{U}_R$
$\vec{U}_C$

Hình a


$\vec{U}_L$
$\vec{U}$
$\vec{U}_C$
S
φ
O
$\vec{U}_R$
P
+
x

Hình b

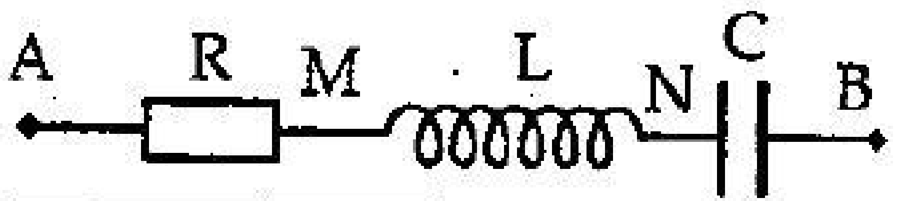

M
$\overline{U_R}$
N
$\overline{U_L}$
U_{AB}
$\overline{U_C}$
B
φ_{AB}
A
I

Hình c

Bước 1: Chọn trục nằm ngang là trục dòng điện, điểm đầu mạch làm gốc (đó là điểm A).

Bước 2: Biểu diễn lần lượt điện áp qua mỗi phần bằng các véctơ $\vec{U}_{AM}$; $\vec{U}_{MN}$; $\vec{U}_{NB}$; nối đuôi nhau theo nguyên tắc: R - đi ngang; L - đi lên; C - đi xuống.

Bước 3: Nối A với B thì véctơ $\overline{AB}$ biểu diễn điện áp u_{AB}.



Tương tự, véctơ $\overrightarrow{AN}$ biểu diễn điện áp u_{AN}, véctơ $\overrightarrow{MB}$ biểu diễn điện áp u_{NB}. Véc tơ $\overrightarrow{AB}$ chính là biểu diễn u_{AB}

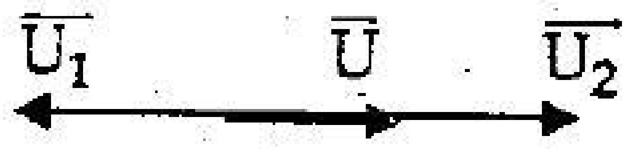
** ***Một số điểm cần lưu ý:***

+ Các điện áp trên các phần tử được biểu diễn bởi các **vectơ mà độ lớn của các vectơ tỉ lệ với điện áphiệu dụng của nó.**

+ **Độ lệch pha giữa các điện áp là góc hợp bởi giữa các vecto tương ứng biểu diễn chúng. Độ lệch pha giữa điện ápvà cường độ dòng điện là góc hợp bởi vecto biểu diễn nó với trục I. Véctơ "nằm trên" (hướng lên trên) sẽ nhanh pha hơn véctơ "nằm dưới" (hướng xuống dưới).**

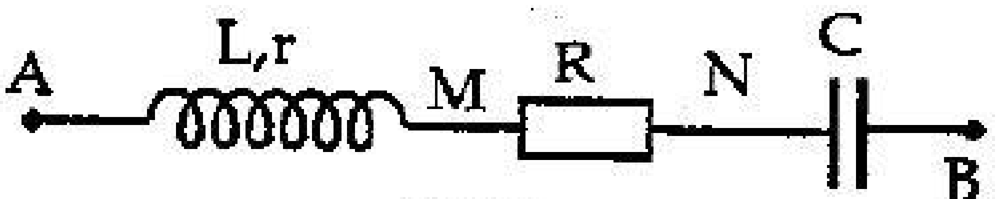
+ **Độ dài cạnh của tam giác trên giản đồ biểu thị điện áphiệu dụng, độ lớn góc biểu thị độ lệch pha.**

+ **Cộng hai véctơ cùng phương ngược chiều $\vec{U}_1$; $\vec{U}_2$ thành $\vec{U}$ theo quy tắc hình bình hành (xem hình trên).**

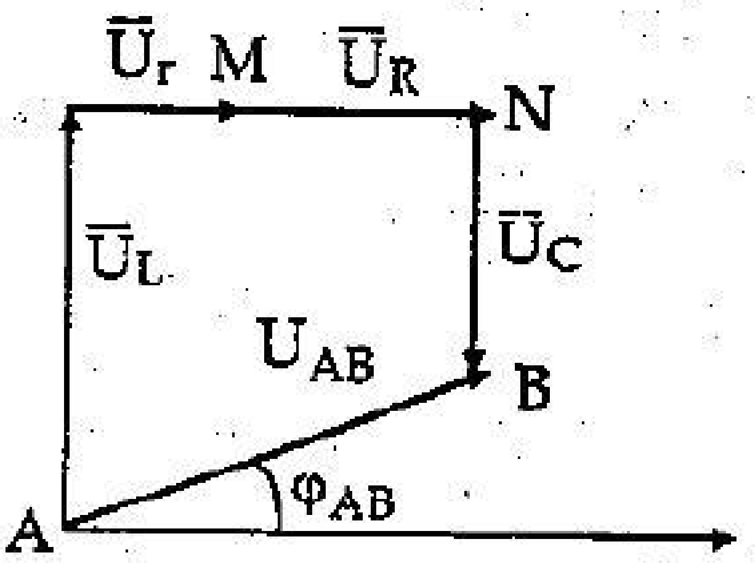


Cách vẽ $\vec{U} = \overline{U_1} + \overline{U_2}$

+ Nếu cuộn dây không thuần cảm (trên đoạn AM có cả L và r (Xem hình a dưới đây)) thì $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_r + \vec{U}_R + \vec{U}_C$ ta vẽ L trước như sau: L - đi lên, r - đi ngang, R - đi ngang và C - đi xuống (xem hình B. hoặc vẽ r trước như sau: r - đi ngang, L - đi lên, R - đi ngang và C - đi xuống (Xem hình c)



Hình a

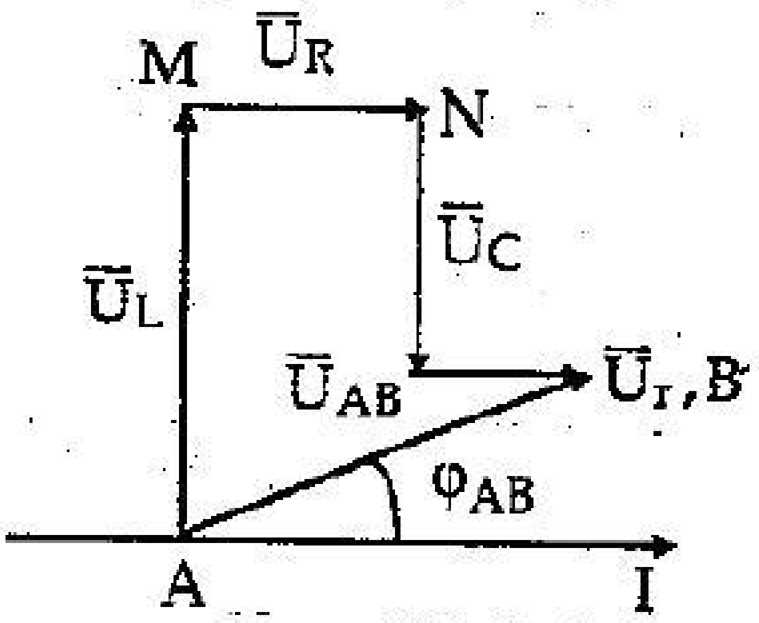


Hình c

+ Nếu mạch điện có nhiều phần tử (Xem hình a) thì ta cũng vẽ được giản đồ một cách đơn giản như phương pháp đã nêu (Xem hình d).

+ Góc hợp bởi hai vec tơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$ là góc BAD (nhỏ hơn 180^0).

Việc giải các bài toán là nhằm xác định độ lớn các cạnh và các góc của các tam giác hoặc tứ giác, nhờ các hệ thức lượng trong tam giác vuông, các hệ thức lượng giác, các định lí hàm số sin, hàm số cos và các công thức toán học.

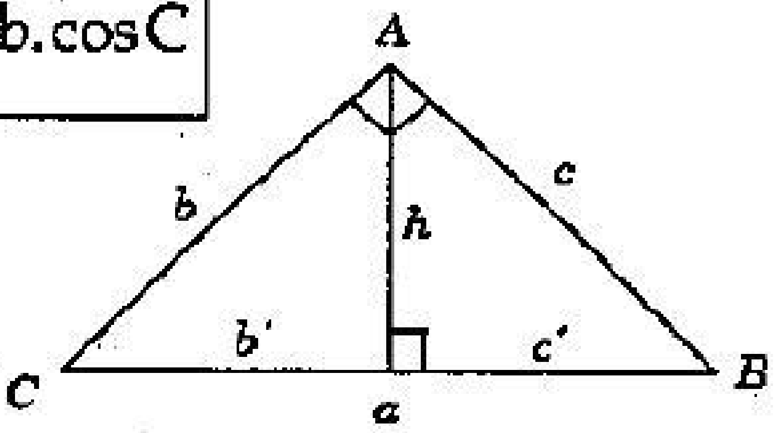


Hình d

+ Trong toán học, một tam giác sẽ giải được nếu biết trước 3 (hai cạnh một góc, hai góc một cạnh, ba cạnh) trong số 6 yếu (ba góc trong và ba cạnh). Để làm điều đó ta sử dụng các định lí hàm số sin và định lí hàm số cosin (xem hình bên).

Các công thức thường dùng cho tam giác vuông:

$$\begin{cases}\dfrac{a}{\sin A}=\dfrac{b}{\sin B}=\dfrac{c}{\sin C}\\ a^2=b^2+c^2-2bc.\cos A\end{cases} \text{ và } \begin{cases}b^2=c^2+a^2-2ca.\cos B\\ c^2=a^2+b^2-2ab.\cos C\end{cases}$$



Một số hệ thức trong tam giác vuông:

$$a^2=b^2+c^2 \text{ và } \frac{1}{h^2}=\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2} \text{ và } h^2=b'.c'$$

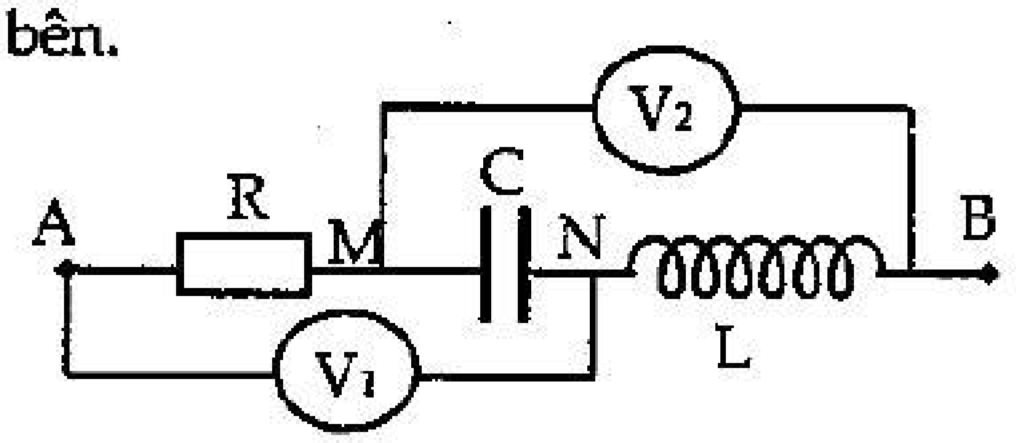
Tìm trên giản đồ véctơ tam giác biết trước ba yếu tố (hai cạnh một góc, hai góc một cạnh), sau đó giải tam giác đó để tìm các yếu tố chưa biết, cứ tiếp tục như vậy cho các tam giác còn lại.

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Cho mạch điện như hình vẽ bên.

Điện trở $R=80\,(\Omega)$, các vôn kế có điện trở rất lớn.

Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế



$u_{AB}=240\sqrt{2}\cos 100\pi t\,(V)$ thì dòng điện chạy trong mạch có giá trị hiệu dụng $\sqrt{3}\,(A)$. Điện áp tức thời hai đầu các vôn kế lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$, còn số chỉ của vôn kế V_2 là $U_{V2}=80\sqrt{3}\,(V)$.

Xác định L, C, r và số chỉ của vôn kế V_1.

Hướng dẫn giải

Cách 1: Phương pháp đại số

Phương pháp đại số $Z_{AB}=\frac{U_{AB}}{I}$; $Z_{MB}=\frac{U_{V2}}{I}$ và $\tan\varphi_{AN}.\tan\varphi_{MB}=-1$

$$Z_{AB}=\sqrt{(80+r)^2+(Z_L-Z_C)^2}=\frac{240}{\sqrt{3}}$$

và $Z_{MB}=\sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}=\frac{80\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$ và $\frac{-Z_C}{80}.\frac{Z_L-Z_C}{r}=-1$

$$\Leftrightarrow r=40\,(\Omega);\ Z_L=\frac{200}{\sqrt{3}}\,(\Omega),\ Z_C=\frac{80}{\sqrt{3}}\,(\Omega)$$

$\Rightarrow r = 40\,(\Omega)$,

$L = \dfrac{2}{\sqrt{3}\pi}\,(H)$,

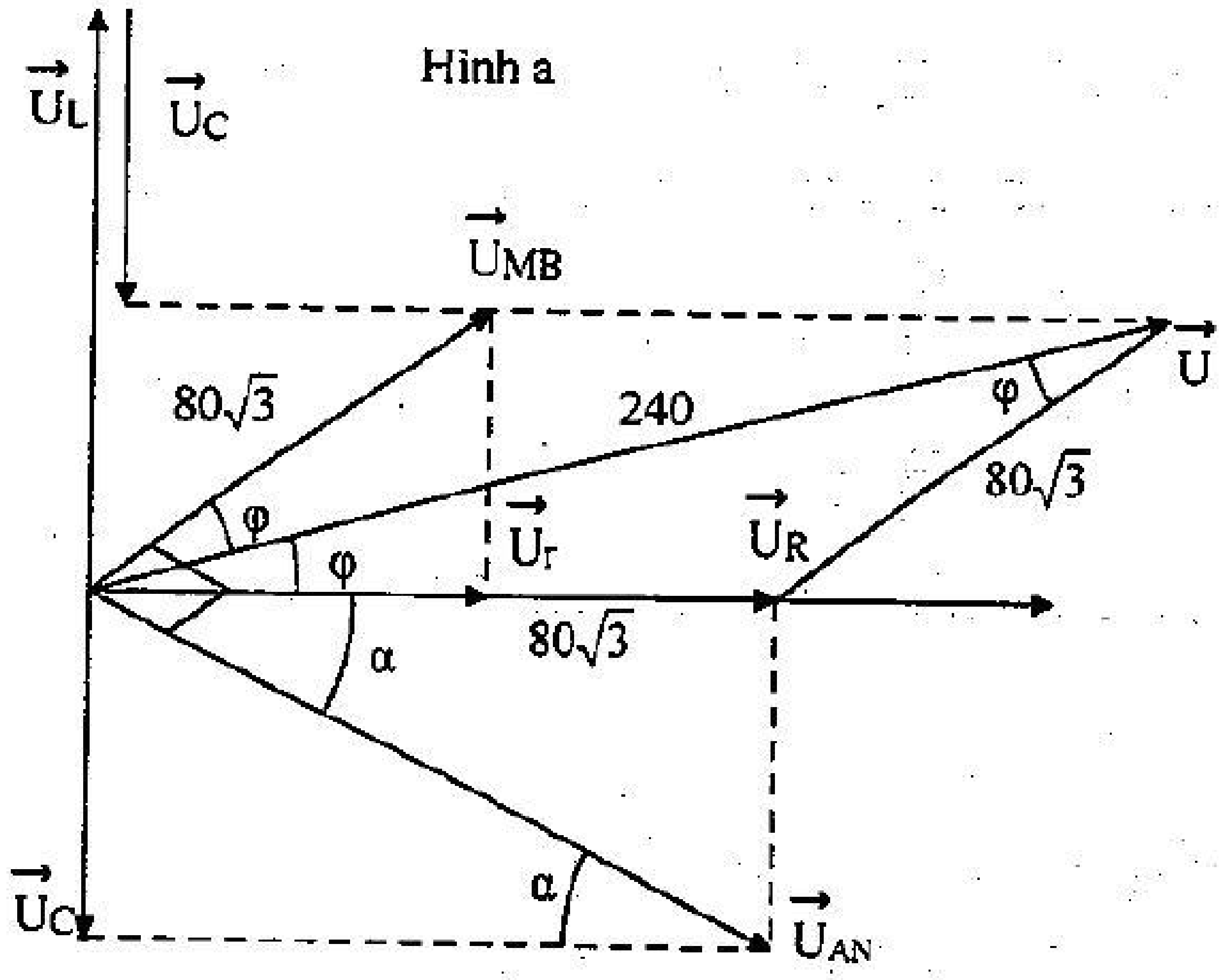
$C = \dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}\,(F)$

+ Số chỉ của V₁:

$U_{V1} = I.Z_{AN}$

$= I\sqrt{R^2 + Z_C^2}$.

$= 160\ \ (V)$


Hình a

$\vec{U}_L$
$\vec{U}_C$
$\vec{U}_{MB}$
$\vec{U}$
$80\sqrt{3}$
240
φ
φ
φ
$80\sqrt{3}$
$\vec{U}_r$
$\vec{U}_R$
$80\sqrt{3}$
α
α
$\vec{U}_C$
$\vec{U}_{AN}$

***Cách 2:* Phương pháp véctơ buộc (xem hình a).**

Sử dụng định lí hàm số cosin cho tam giác thường:

$$\cos\varphi = \frac{240^2 + \left(80\sqrt{3}\right)^2 - \left(80\sqrt{3}\right)^2}{2.240.80\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$\Rightarrow \varphi = 30^0 \Rightarrow \alpha = 30^0$

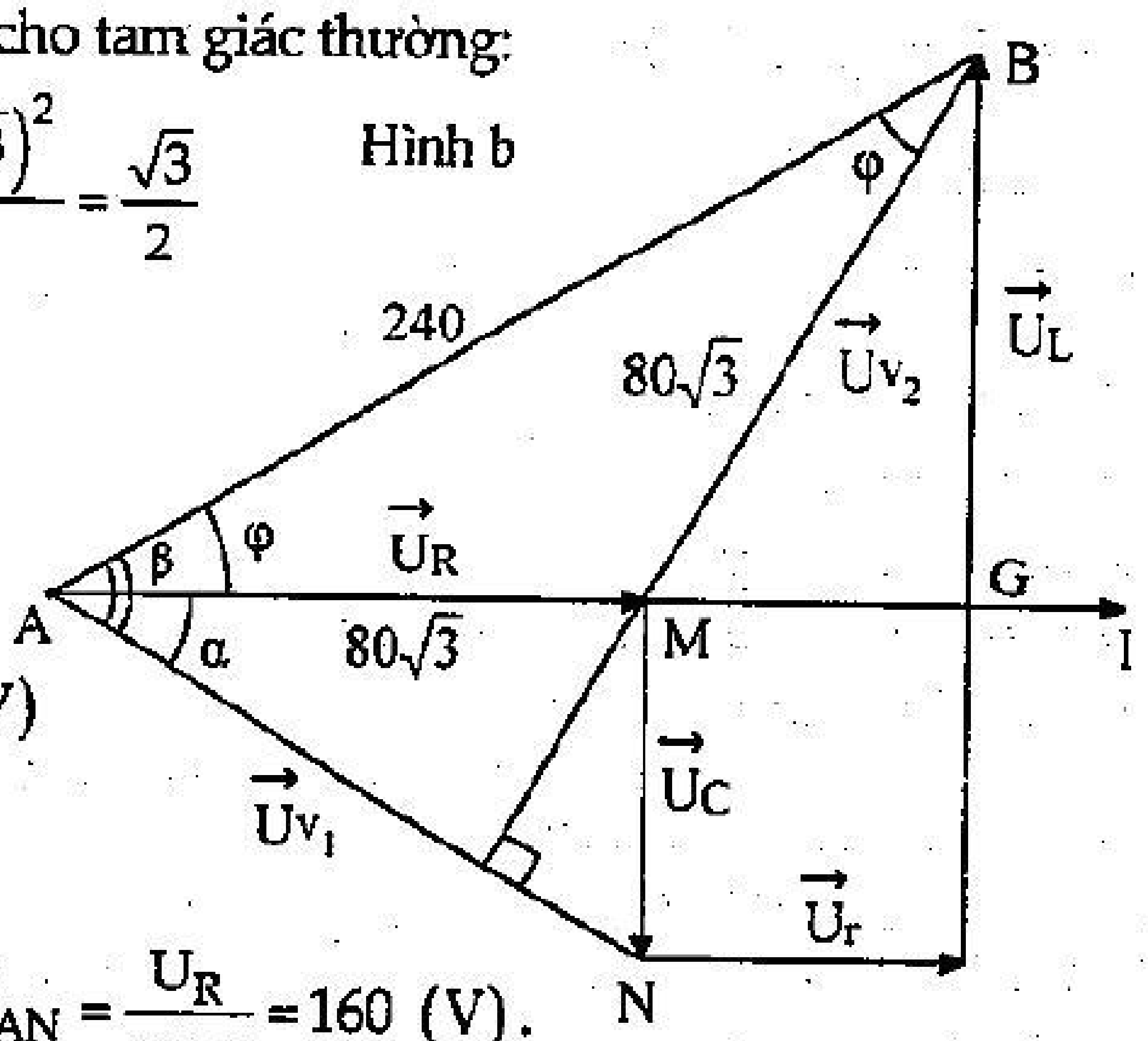
+ $U_C = U_R\operatorname{tg}\alpha = 80\,(V)$

$\Rightarrow Z_C = \dfrac{U_C}{I} = \dfrac{80}{\sqrt{3}}\,(\Omega)$

$U_L = U_C + 80\sqrt{3}\sin 2\varphi = 200\,(V)$

$\Rightarrow Z_L = \dfrac{U_L}{I} = \dfrac{200}{\sqrt{3}}\,(\Omega)$

+ Số chỉ của Vôn kế V₁: $U_{V1} = U_{AN} = \dfrac{U_R}{\cos\alpha} = 160\ \ (V)$.


Hình b

B
φ
240
$80\sqrt{3}$
$\vec{U}_{V_2}$
$\vec{U}_L$
β
φ
$\vec{U}_R$
G
A
α
M
$80\sqrt{3}$
I
$\vec{U}_C$
$\vec{U}_{V_1}$
$\vec{U}_r$
N

Cách 3: Phương pháp véctơ trượt.

Vẽ giản đồ véctơ (xem hình B.. Gọi các góc như trên hình.

Theo bài ra: $U_R = I.R = 80\sqrt{3}\,(V)$.

Sử dụng định lí hàm số cosin cho tam giác thường ΔABN:

$$\cos\varphi = \frac{AB^2 + AM^2 - MB^2}{2.AB.AM} = \frac{240^2}{2.240.80\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$\Rightarrow \varphi = 30^0 \Rightarrow \beta = 90^0 - \widehat{ABM} = 60^0 \Rightarrow \alpha = 60^0 - \varphi = 30^0$

+ Xét ΔAMN: $U_C = MN = AM\text{tg}30^0 = 80\,(V)$ và $U_{V1} = AN = \dfrac{AM}{\cos 30^0} = 160\,(V)$

+ Xét ΔABG: $U_L = U_C + GB = U_C + AB.\sin\varphi = 200\,(V)$.

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{200}{\sqrt{3}}(\Omega) = 100\pi L \Rightarrow L = \frac{2}{\sqrt{3}\pi}(H);$$

$$Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{80}{\sqrt{3}}(\Omega) = \frac{1}{100\pi C} \Rightarrow C = \frac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}(F)$$

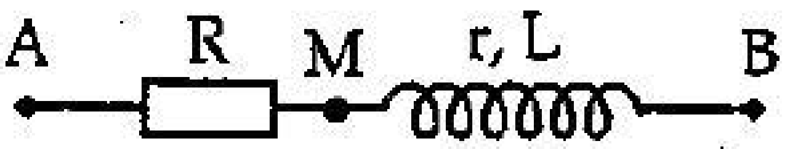
$$\Rightarrow r = \frac{U_r}{I} = \frac{AG - AM}{I} = \frac{AB.\cos\varphi - AM}{I} = 40\,(\Omega).$$

ĐS: $L = \dfrac{2}{\sqrt{3}\pi}(H), C = \dfrac{\sqrt{3}.10^{-3}}{8\pi}(F)$, $r = 40\,(\Omega)$, số chỉ vôn kế V₁ là $80\,(V)$.

Ví dụ 2: Cho mạch điện như hình vẽ.

Biết: $U_{AM} = 5(V); U_{MB} = 25(V);$

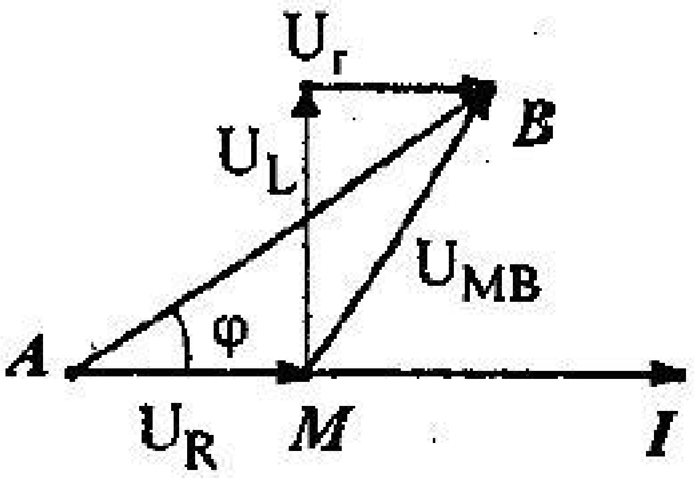
$U_{AB} = 20\sqrt{2}\,(V)$



Hệ số công suất của mạch có giá trị là:

A. $\dfrac{\sqrt{2}}{2}$ B. $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ C. $\sqrt{2}$ D. $\sqrt{3}$

Hướng dẫn giải



Từ hình vẽ và giả thiết đề cho ta có giãn đồ véc tơ:

Áp dụng định lý hàm số cosin cho AMB:

MB² = AM² + AB² – 2AM.AB.cosφ

Hệ số công suất của mạch:

$$\cos\varphi = \frac{AM^2 + AB^2 - MB^2}{2.AM.AB} = \frac{5^2 + 20\sqrt{2}^2 - 25^2}{2.5.20.\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$ *Chọn A*

Ví dụ 3: Hai cuộn dây R₁, L₁ và R₂, L₂ mắc nối tiếp nhau và đặt vào một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng U. Gọi U₁ và U₂ là hiệu điện thế hiệu dụng tương ứng giữa hai cuộn R₁, L₁ và R₂, L₂.

Điều kiện để U = U₁ + U₂ là:

A. $\dfrac{L_1}{R_1} = \dfrac{L_2}{R_2}$ B. $\dfrac{L_1}{R_2} = \dfrac{L_2}{R_1}$

C. $L_1, L_2 = R_1, R_2$ D. $L_1 + D_2 = R_1 + R_2$

Hướng dẫn giải

Cách 1: phương pháp đại số

Do các biên độ hiệu điện thế bằng nhau nên ta có:

$$U = U_1 + U_2 \Rightarrow \text{ hay } I.Z = I.Z_1 + I.Z_2$$

Suy ra: $Z = Z_1 + Z_2$ hay:

$$\sqrt{(R_1 - R_2)^2 + (Z_{L1} - Z_{L2})^2} = \sqrt{R_1^2 + Z_{L1}{}^2} + \sqrt{R_2^2 + Z_{L2}{}^2}$$

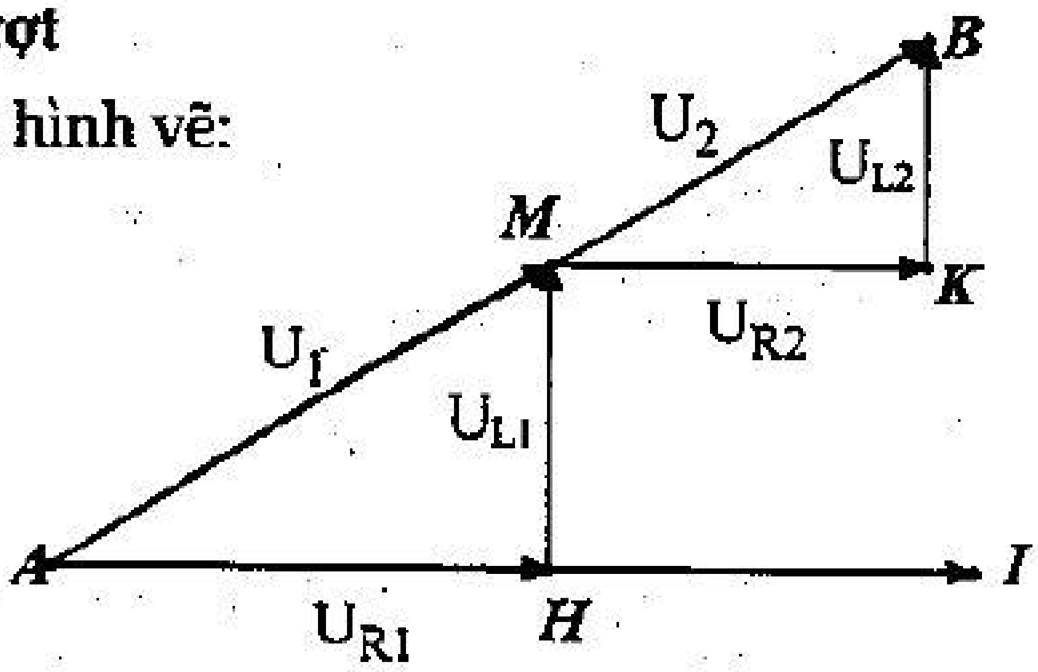
Giải ra bằng cách bình phương hai vế phương trình trên hai lần ta có tỉ số:

$$\frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2}$$

Bài toán giải cách này chỉ dành cho những bạn giỏi đại số nhưng vào phòng thi thì không hiệu quả. Trong cái khó ló cái khôn các bạn à. Sau đây là cách giải đơn giản mà hiệu quả.

***Cách 2:* sử dụng phương pháp vecto trượt**

Theo bài cho, ta có giản đồ vecto như hình vẽ: Để $U = U_1 + U_2$ thì các thành phần U_1 và U_2 phải cùng pha. Có nghĩa là trên giản đồ vécto chúng phải cùng nằm trên một đường thẳng. Chọn trục I làm trục pha ta có giản đồ vécto:



Trên hình vẽ điểm A, M, B thẳng hàng hay nói cách khác U_1; U_2 và U_{AB} cùng pha. Tam giác AHM đồng dạng tam giác MKB nên ta có các tỉ số đồng dạng sau:

$$\frac{AH}{MH} = \frac{MK}{BK} \text{ hay } \frac{U_{R_1}}{U_{R_2}} = \frac{U_{L_1}}{U_{L_2}} \text{ hay } \frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

***Chú ý:** phương pháp sử dụng vecto trượt giải quyết rất tốt các bài toán dòng điện xoay chiều. Đây là phương pháp tiết kiệm thời gian rất nhiều nên rất phù hợp với làm trắc nghiệm.*

Ví dụ 4: Cho mạch điện xoay chiều AB gồm đoạn mạch AM nối tiếp với đoạn mạch MB. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần R_1 nối tiếp với cuộn thuần cảm có độ tự cảm L, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 nối tiếp với tụ điện có điện dung C ($R_1 = R_2 = 100\ \Omega$). Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB điện áp $u = 100\sqrt{2}\cos\omega t$(V). Khi mắc ampe kế có điện trở không đáng kể vào hai đầu đoạn mạch MB thì ampe kế chỉ $\sqrt{2}/2$ (A). Khi mắc vào hai đầu đoạn mạch MB một vôn kế điện trở rất lớn thì hệ số công suất của mạch đạt giá trị cực đại. Số chỉ của vôn kế là

A. 100 V. B. $50\sqrt{2}$ V. C. $100\sqrt{2}$ V. D. 50 V

Hướng dẫn giải

+ Khi mắc ampe kế: hai đầu M, B bị nối tắt, ta có mạch AB (R_1 nối tiếp L)

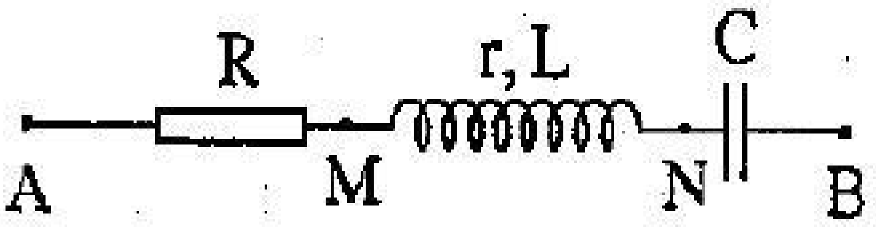
$Z_1 = \frac{U_{AB}}{I} = 100\sqrt{2}\Omega \Rightarrow Z_L = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2} = 100\Omega$

+ Khi mắc vôn kế, hệ số công suất cực đại suy ra mạch cộng hưởng, nên $Z_C = Z_L = 100\Omega$, khi đó tổng trở là $Z = 2R_1 = 200\Omega$;

Cường độ dòng điện: $I' = U_{AB}/Z = 0{,}5$ A

Số chỉ vôn kế: $U_V = U_{MB} = I'.\sqrt{R_2^2 + Z_C^2} = 50\sqrt{2}\text{V}$. ***Đáp án B***

Ví dụ 5: Cho mạch điện như hình vẽ bên. Giá trị của các phần tử trong mạch $L = \frac{1}{\pi}(\text{H}), C = \frac{50}{\pi}(\text{F}), R = 2r$.



Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch $u = U_0\cos100\pi t\,(\text{V})$. Điện áp hiệu dụng giữa hai điểm A, N là $U_{AN} = 200(\text{V})$ và điện áp tức thời giữa hai điểm MN lệch pha so với điện áp tức thời giữa hai điểm AB là $\frac{\pi}{2}$. Xác định các giá trị U_0, R, r. Viết biểu thức dòng điện trong mạch.

Hướng dẫn giải

Phương pháp véctơ buộc (xem hình c).

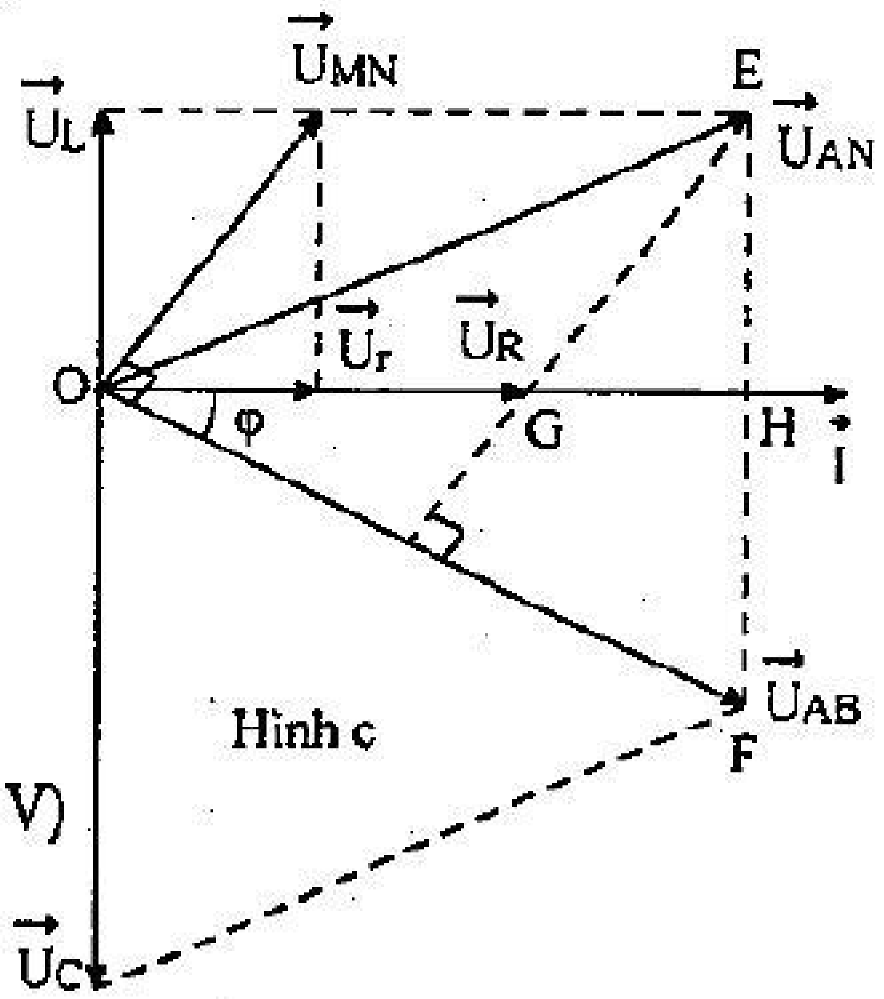
+ Ta thấy tam giác OFE là tam giác đều vì G vừa là trọng tâm vừa là trực tâm, suy ra: $U_{AB} = U_C = U_{AN} = 200\,(\text{V}), \varphi = 30^0$.

+ Tính được: $U_0 = U_{AB}\sqrt{2} = 200\sqrt{2}\,(\text{V})$.

+ Cường độ hiệu dụng: $I = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{200}{200} = 1\,(\text{A})$

$U_R = \frac{2}{3}OH = \frac{2}{3}U_{AB}\cos\varphi = \frac{2}{3}200\cos30^0 = \frac{200}{\sqrt{3}}(\text{V})$

$\Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = \frac{200}{\sqrt{3}}(\Omega), r = \frac{100}{\sqrt{3}}(\Omega)$.



Từ giản đồ nhận thấy, i_{AB} sớm pha hơn u_{AB} là $\frac{\pi}{6}$.

Vậy, biểu thức dòng điện: $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{A})$.

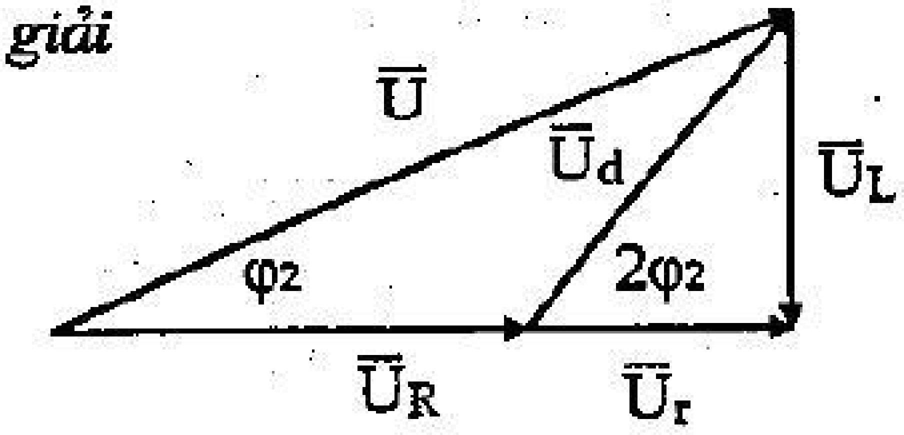
ĐS: $U_0 = 200\sqrt{2}\,(\text{V}), R = \frac{200}{\sqrt{3}}(\Omega), r = \frac{100}{\sqrt{3}}(\Omega)$, $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(\text{A})$

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Đặt điện áp $u = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần 60Ω, cuộn dây (có điện trở thuần) và tụ điện. Công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch bằng 250 W. Nối hai bản tụ điện bằng một dây dẫn có điện trở không đáng kể. Khi đó, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở bằng điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và bằng $50\sqrt{3}$ V. Dung kháng của tụ điện có giá trị bằng

A. $60\sqrt{3}\Omega$ B. $30\sqrt{3}\Omega$ C. $15\sqrt{3}\Omega$ D. $45\sqrt{3}\Omega$

Hướng dẫn giải



Khi nối tắt tụ $I_2 = \dfrac{U_R}{R} = \dfrac{5\sqrt{3}}{6}$ (A)

Theo giản đồ, ta có $\sin\varphi_2 = \dfrac{U_L}{U}$;

$\sin 2\varphi_2 = \dfrac{U_L}{U_d}; \Rightarrow \dfrac{\sin 2\varphi_2}{\sin\varphi_2} = \dfrac{U}{U_d} \Rightarrow 2\cos\varphi_2 = \dfrac{150}{50\sqrt{3}}$

$\Rightarrow \cos\varphi_2 = \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow U_R + U_r = U\cos\varphi_2 = 75\sqrt{3}$ (V) và $U_L = \dfrac{U}{2} = 75$ (V)

$\Rightarrow R + r = \dfrac{75\sqrt{3}}{\dfrac{5\sqrt{3}}{6}} = 90\Omega$ và $Z_L = \dfrac{75}{\dfrac{5\sqrt{3}}{6}} = 30\sqrt{3}\,\Omega$

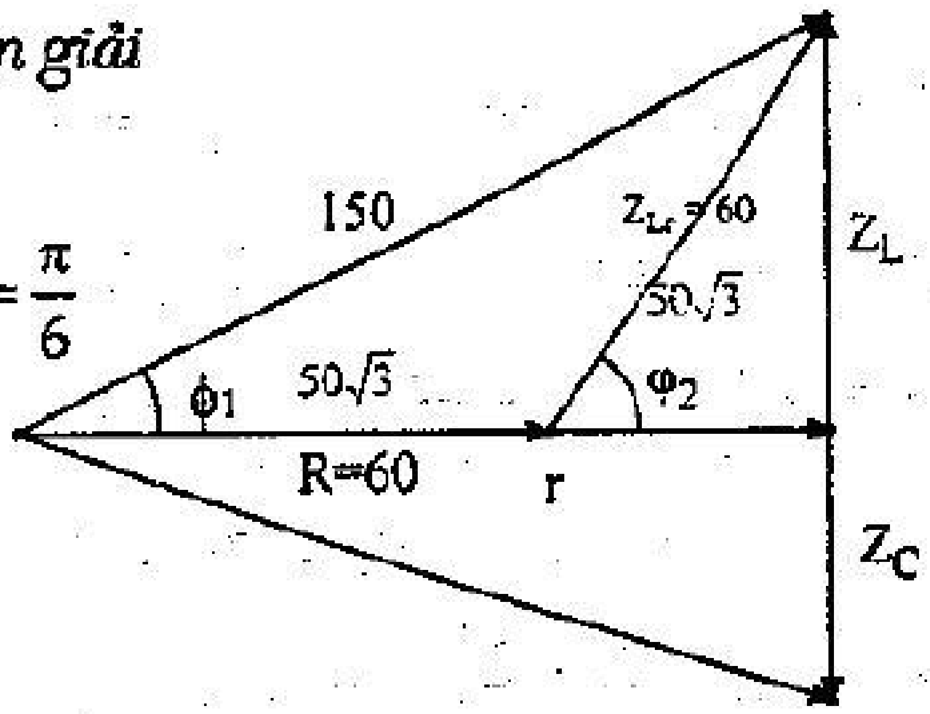
Lúc đầu $P = UI\cos\varphi = I^2(R + r) \Rightarrow I = \sqrt{\dfrac{P}{R + r}} = \dfrac{5}{3}A \Rightarrow \cos\varphi = 1$

$\Rightarrow$ mạch cộng hưởng $Z_C = Z_L = 30\sqrt{3}\,\Omega$. *Chọn B*

Câu 2: Đặt điện áp $u = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần 60Ω, cuộn dây (có điện trở thuần) và tụ điện. Công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch bằng 250 W. Nối hai bản tụ điện bằng một dây dẫn có điện trở không đáng kể. Khi đó, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở bằng điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và bằng $50\sqrt{3}$ V. Dung kháng của tụ điện có giá trị bằng

A. $60\sqrt{3}\Omega$ B. $30\sqrt{3}\Omega$ C. $15\sqrt{3}\Omega$ D. $45\sqrt{3}\Omega$

Hướng dẫn giải



U = 150V;

Theo giản đồ: $\cos\varphi_1 = \dfrac{U}{2U_R} = \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi_1 = \dfrac{\pi}{6}$

$\varphi_2 = 2\varphi_1 = \dfrac{\pi}{3}; Z_{L,r} = R = 60\Omega$

$\Rightarrow r = 30\Omega, Z_L = 30\sqrt{3}\,\Omega$

+ $P = \dfrac{U^2(R+r)}{(R+r)^2+(Z_L-Z_C)^2} = 250W$

$\Rightarrow 90^2 = 90^2 + (Z_L - Z_C)^2$

$\Rightarrow Z_L = Z_C = 30\sqrt{3}\,\Omega$ *Chọn B*

Câu 3: Một cuộn dây dẫn có hệ số tự cảm L được mắc nối tiếp với một tụ có điện dung C rồi mắc vào 3 điểm A, B của một mạch điện xoay chiều có tần số f. Đo điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB, giữa hai đầu cuộn dây và giữa hai cực của tụ điện bằng vôn kế có điện trở rất lớn, ta lần lượt được: $U_{AB} = 37{,}5$ V, $U_d = 50$V, $U_C = 17{,}5$ V. Đo cường độ dòng điện bằng một ampe kế có điện trở không đáng kể, ta thấy I = 0,1 A. Khi tần số f thay đổi đến giá trị $f_m = 330$ Hz thì cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại. Tính độ tự cảm L, điện dung C, và tần số f của điện áp đã sử dụng ở trên.

Hướng dẫn giải

Giả sử cuộn dây thuần cảm không có điện trở r thì:

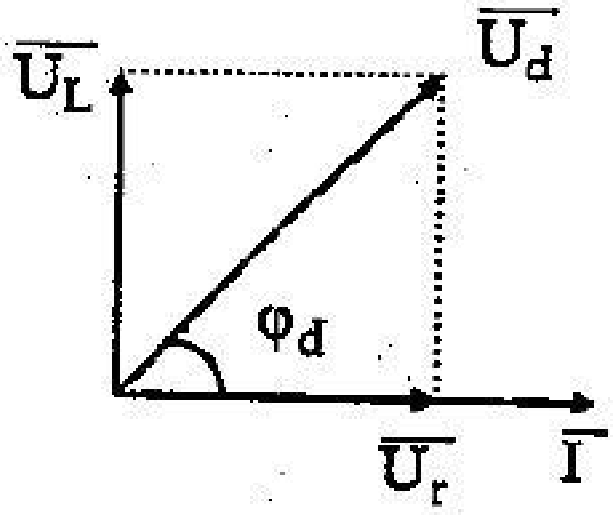
$U_{AB} = U_L - U_C = 50 - 17{,}5 = 32{,}5$ V. Không phù hợp với giá trị đã cho.

Nên cuộn dây phải có điện trở trong r đáng kể.

Tổng trở cuộn dây: $Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2}$

Biên độ và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện được tính theo các công thức:

$I_0 = \dfrac{U_{0d}}{Z_d} = \dfrac{U_{0d}}{\sqrt{r^2+Z_L^2}}$ và $I = \dfrac{U_d}{Z_d} = \dfrac{U_d}{\sqrt{r^2+Z_L^2}}$



Công suất tiêu thụ của cuộn dây: $P = U_d.I.\cos\varphi_d = I.r^2$

Với hệ số công suất: $\cos\varphi_d = \cos\varphi_d = \dfrac{r}{Z_d} = \dfrac{r}{\sqrt{Z_L{}^2 + r^2}}$ hoặc $\cos\varphi_d = \dfrac{U_r}{U_d}$

Ta tính được: Tổng trở của cuộn dây: $Z_d = \dfrac{U_d}{I} = \dfrac{50}{0{,}1} = 500\Omega$

Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \dfrac{U_C}{I} = \dfrac{17{,}5}{0{,}1} = 175\Omega$.

Tổng trở của đoạn mạch: $Z_{AB} = \dfrac{U_{AB}}{I} = \dfrac{37{,}5}{0{,}1} = 375\Omega$

Khi f = f_m, trong mạch có cộng hưởng (I_{max}) nên:

$\omega_m{}^2 = \dfrac{1}{LC} \Rightarrow LC = \dfrac{1}{\omega_m{}^2} = \dfrac{1}{(2\pi f_m)^2} = \dfrac{1}{(2.\pi.330)^2}$ (1)

Mặt khác: $Z_{AB}{}^2 = r^2 + (Z_L - Z_C{}^2 = r^2 + Z_L{}^2 - 2Z_LZ_C + Z_C{}^2$

$\Rightarrow \quad Z_{AB}^2 = Z_d^2 + Z_C^2 - 2Z_LZ_C$

$$\Rightarrow 2Z_LZ_C = Z_d^2 + Z_C^2 - Z_{AB}^2 = 500^2 + 175^2 - 375^2 = 14.10^4$$

$$\Rightarrow 2.L.\omega.\frac{1}{C.\omega} = 2\frac{L}{C} = 14.10^4 \Rightarrow \frac{L}{C} = 7.10^4 \Rightarrow L = 7.10^4.C \quad (2)$$

Thế (2) vào (1) ta được: $7.10^4.C^2 = \dfrac{1}{(2.\pi.330)^2}$

Suy ra: $C = 1{,}82.10^{-6}$ F; $L = 7.10^4.C = 7.10^4.\ 1{,}82.10^{-6} = 0{,}128$ H

Mà: $Z_C = \dfrac{1}{C.\omega} = \dfrac{1}{C.2.\pi f} \Rightarrow f = \dfrac{1}{C.2.\pi.Z_c} = \dfrac{1}{1{,}82.10^{-6}.2.3{,}14.175} = 500$ Hz

Dạng 7. L, C, ω (hoặc f) THAY ĐỔI MÀ TỔNG TRỞ KHÔNG ĐỔI

Phương pháp:

Đây là dạng toán tổng trở không đổi khi các đại lượng khác thay đổi. Bài toán có thể cho cường độ dòng điện không đổi, hệ số công suất không đổi hay công suất không đổi. Khi giải ta quan tâm đến hệ thức $Z_1 = Z_2$

$$\Leftrightarrow \sqrt{R^2 + (Z_{L1} - Z_{C1})^2} = \sqrt{R^2 + (Z_{L2} - Z_{C2})^2}$$

Biến đổi phương trình ta được:

$$(Z_{L1} - Z_{C1})^2 = (Z_{L2} - Z_{C2})^2 \Leftrightarrow |Z_{L1} - Z_{C1}| = |Z_{L2} - Z_{C2}|$$

Từ đó ta có hai nghiệm: $\Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} Z_{L1} - Z_{C1} = Z_{L2} - Z_{C2} \\ Z_{L1} - Z_{C1} = -(Z_{L2} - Z_{C2}) \end{array}\right.$

Theo kinh nghiệm làm bài thì chỉ lấy nghiệm:

$$Z_{L1} - Z_{C1} = -(Z_{L2} - Z_{C2}) \quad (I)$$

+ nếu L thay đổi ta có hệ thức:

$$Z_{L1} - Z_C = -(Z_{L2} - Z_C) \Rightarrow Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2} \quad (*)$$

+ nếu C thay đổi ta có hệ thức:

$$Z_L - Z_{C1} = -(Z_L - Z_{C2}) \Rightarrow Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2} \quad (**)$$

+ nếu ω (hoặc f) thay đổi ta có hệ thức:

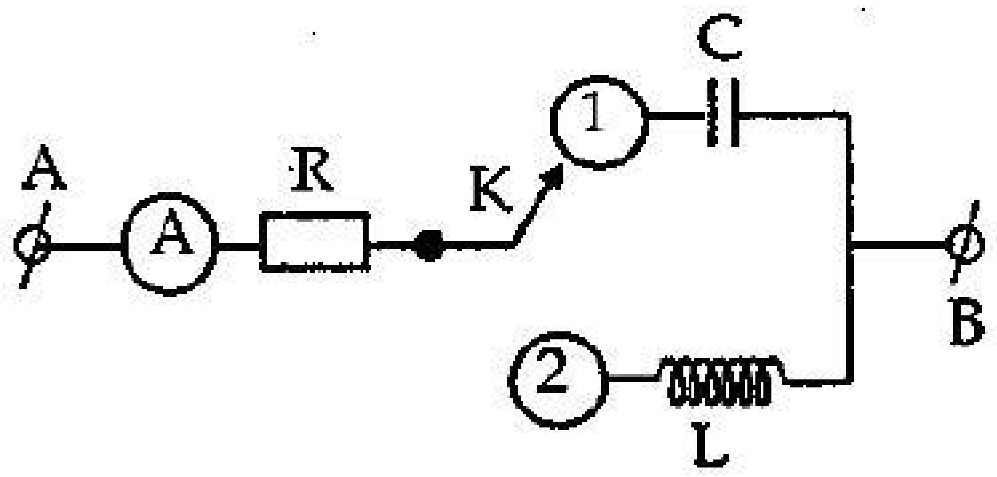
$$Z_{L1} - Z_{C1} = -(Z_{L2} - Z_{C2}) \Leftrightarrow Z_{L1} + Z_{L2} = Z_{C1} + Z_{C2}$$

$$\Rightarrow (\omega_1 + \omega_2)L = \frac{1}{\omega_1 C} + \frac{1}{\omega_2 C} \Rightarrow \omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} = \omega_0^2 \text{ hay } f_1f_2 = f_0^2 \quad (***)$$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ.

$U_{AB} = \cos 100\pi t$; f = 50(Hz), điện trở các khóa K và ampe kế không đáng kể. $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F)$.



Khi khóa K chuyển từ vị trí 1 sang vị trí 2 thì số chỉ của ampe kế không thay đổi. Độ tự cảm L của cuộn dây?

A. $\frac{10^{-2}}{\pi}(H)$ B. $\frac{10^{-1}}{\pi}(H)$ C. $\frac{1}{\pi}(H)$ D. $\frac{10}{\pi}(H)$

Hướng dẫn giải

Ta có: $Z_C = 100(\Omega)$; $\omega = 100\pi\left(\frac{Rad}{s}\right)$

Khi khóa K ở vị trí 1 thì mạch gồm hai phần tử R và C nên ta có:

$$I = \frac{U_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} \quad (1)$$

Khi khóa K ở vị trí 2 thì mạch bao gồm hai phần tử là R và cuộn dây thuần cảm L nên:

$$I' = \frac{U_{AB}}{Z'_{AB}} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} \quad (2)$$

Theo giả thiết cường độ dòng điện trong hai trường hợp đó bằng nhau nên ta cho (1) và (2) bằng nhau suy ra:

$$\frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$$

Suy ra: $\frac{1}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} \Leftrightarrow \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_L = Z_C = 100\Omega$

Từ đó dễ dàng tính được: $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}(H)$. *Vậy chọn C*

Chú ý: Bài toán sẽ được giải quyết nhanh hơn nhiều nếu ta nhớ được công thức (I): $Z_{L1} - Z_{C1} = -(Z_{L2} - Z_{C2})$

Trong trường hợp khóa k ở vị trí 1; $Z_{L1} - Z_{C1}$ *chính là Zc.*

Trong trường hợp khóa k ở vị trí 2; $Z_{L2} - Z_{C2}$ *Chính là ZL.*

Vì thế dễ dàng có được: $Z_L = Z_C = 100\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}(H)$

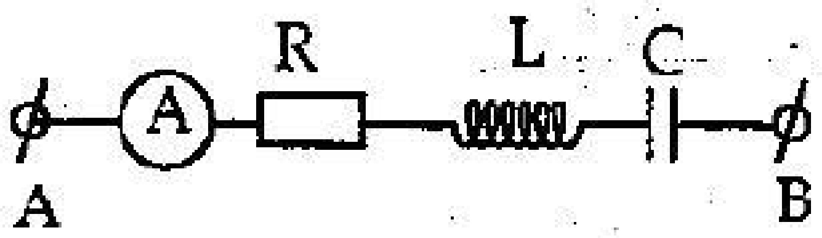
Ví dụ 2: Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức $U_{AB} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi)(V)$. Khi thay đổi điện dung C đến hai giá trị là 5(μF) và 7(μF). Thì ampe kế đều chỉ 0,8(A). Tính hệ số tự cảm L của cuộn dây và điện trở R?

A. $R = 85,75(\Omega); L = 1,74(H)$

B. $R = 80,5(\Omega); L = 1,5(H)$

C. $R = 95,75(\Omega); L = 2,74(H)$

D. Một giá trị khác



Hướng dẫn giải

Với C = 5(μF) ta có: $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.5.10^{-6}} = 636,9(\Omega)$

Ta có cường độ dòng điện qua mạch lúc này:

$$I = \frac{U_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{100}{\sqrt{R^2 + (Z_L - 636,9)^2}} \quad (1)$$

Với C′ = 7(μF) thì ta có:

$$Z'_C = \frac{1}{\omega.C'} = \frac{1}{100\pi.7.10^{-6}} = 454,95(\Omega)$$

Ta có cường độ dòng điện qua mạch lúc này:

$$I' = \frac{U_{AB}}{Z'_{AB}} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C'})^2}} = \frac{100}{\sqrt{R^2 + (Z_L - 454,95)^2}} \quad (2)$$

Do trong cả hai trường hợp thì cường độ dòng điện đều như nhau nên ta cho (1) bằng (2) suy ra:

$$\sqrt{R^2 + (Z_L - 636,9)^2} = \sqrt{R^2 + (Z_L - 454,95)^2}$$

Giải ra ta có: $Z_L = 546,67(\Omega)$. Hay: $L = 1,74(H)$

Mặt khác tổng trở:

$$Z_{AB} = \frac{U_{AB}}{I} = \frac{100}{0,8} = 125(\Omega) = \sqrt{R^2 + (Z_L - 636,9)^2} = \sqrt{R^2 + (546,67 - 636,9)^2}$$

Giải ra: $R = 85,75(\Omega)$. ***Vậy chọn A***

Đây là trường hợp C thay đổi. Để giải nhanh ta cần nhớ hệ thức (**)

$$Z_L - Z_{C1} = -(Z_L - Z_{C2})$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2} = \frac{636,9 + 454,95}{2} = 546,67(\Omega) \Rightarrow L = 1,74(H)$$

Tính R như cách trên.

Ví dụ 3: Mạch điện xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp. Điện áp ở hai đầu đoạn mạch là $u = U_0\cos\omega t$. Chỉ có ω thay đổi được. Điều chỉnh ω thấy khi giá trị của nó là ω_1 hoặc ω_2 ($\omega_2 < \omega_1$) thì dòng điện hiệu dụng đều nhỏ hơn cường độ hiệu dụng cực đại n lần (n > 1). Biểu thức tính R là

A. $R = \dfrac{(\omega_1 - \omega_2)}{L\sqrt{n^2 - 1}}$

B. $R = \dfrac{L(\omega_1 - \omega_2)}{\sqrt{n^2 - 1}}$

C. $R = \dfrac{L(\omega_1 - \omega_2)}{n^2 - 1}$

D. $R = \dfrac{L\omega_1\omega_2}{\sqrt{n^2 - 1}}$

Hướng dẫn giải

Đây là dạng bài toán ω thay đổi, cường độ dòng điện không đổi nên ta áp dụng hệ thức (***)

$$\omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_2 L = \frac{1}{\omega_2 C}$$

Theo đề cho:

$$I_1 = I_2 = \frac{I_{max}}{n} \Leftrightarrow \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega_1 L - \dfrac{1}{\omega_1 C}\right)}} = \frac{1}{n}\frac{U}{R}$$

$$\Leftrightarrow n^2R^2 = R^2 + \left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C}\right)2 = R^2 + (\omega_1 L - \omega_2 L)^2$$

$$\Rightarrow (n^2 - 1)R^2 = (\omega_1 - \omega_2)^2 L^2 \Rightarrow R = \frac{L(\omega_1 - \omega_2)}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

Chọn đáp án B

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Cho mạch điện xoay chiều gồm R, L, C mắc nối tiếp. Tần số của hiệu điện thế thay đổi được. Khi tần số là f_1 và $4f_1$ công suất trong mạch như nhau và bằng 80% công suất cực đại mà mạch có thể đạt được. Khi $f = 3f_1$ thì hệ số công suất là:

A. 0,8546
B. 0,5453
C. 0,9635
D. 0,4347

Hướng dẫn giải

Công suất tiêu thụ của mạch điện: $\mathscr{P} = \dfrac{U^2R}{Z^2} = \dfrac{U^2}{R}\cos^2\varphi = P_{max}\cos^2\varphi$

Đề bài cho với f_1 và $f_2 = 4f_1$ thì $\cos^2\varphi = 0{,}8$

Đây là dạng toán *f* thay đổi mà công suất không thay đổi. Áp dụng hệ thức (***)

$$\omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow \omega_1.4\omega_1 = 4\omega_1^2 = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow 4\omega_1 L = \frac{1}{\omega_1 C}$$

Tức khi $f_1 = f$ thì $Z_C = 4Z_L$ và khi đó

$$\cos^2\varphi = 0,8 = \frac{R^2}{R^2 + (Z_L - 4Z_L)^2} \Rightarrow R^2 + 9Z_L^2 = 1,25R^2 \Rightarrow Z_L = \frac{R}{6} \Rightarrow Z_C = 2R/3$$

Khi $f_3 = 3f$ thì $Z_{3L} = 3Z_L = R/2$ và $Z_{3C} = Z_C/3 = 2R/9$

Vậy $\cos\varphi = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\dfrac{R}{2} - \dfrac{2R}{9}\right)^2}} = \dfrac{18}{\sqrt{18^2 + 25}} = \dfrac{18}{\sqrt{349}} \approx 0,9635$. *Chọn C*

Câu 2: Cho mạch điện RLC, cuộn cảm có điện trở thuần r. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch có dạng $u = 125\sqrt{2}\cos 100\pi t$, ω thay đổi được: Đoạn mạch AM gồm R và C, đoạn mạch MB chứa cuộn dây. Biết u_{AM} vuông pha với u_{MB} và $r = R$. Với hai giá trị của tần số góc là $\omega_1 = 100\pi$ và $\omega_2 = 56,25\pi$ thì mạch có cùng hệ số công suất. Hãy xác định hệ số công suất của đoạn mạch.

A. 0,96 B. 0,85 C. 0,91 D. 0,82

Hướng dẫn giải

Đây là dạng toán f thay đổi mà công suất không thay đổi. Áp dụng hệ thức (***)

$$\omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} \Leftrightarrow Z_{C1} = Z_{L2} \qquad (1)$$

u_{AM} vuông pha với u_{MB} và $r = R$ nên ta có:

$$\tan\varphi_{AM}.\tan\varphi_{MB} = -1 \Rightarrow \frac{Z_{L1}}{R}\frac{-Z_{C1}}{r} = -1$$

$$\Rightarrow Z_{L1}Z_{C1} = R^2 \Rightarrow Z_{L1}.Z_{L2} = R^2 \Rightarrow L = \frac{R}{\sqrt{\omega_1\omega_2}}$$

Hệ số công suất của toàn mạch:

$$\cos\varphi_1 = \frac{R+r}{Z_1} = \frac{2R}{\sqrt{4R^2 + (Z_{L1} - Z_{C1})^2}}$$

$$= \frac{2R}{\sqrt{4R^2 + (Z_{L1} - Z_{L2})^2}} = \frac{2R}{\sqrt{4R^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2 L^2}}$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{2R}{\sqrt{4R^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2 \dfrac{R^2}{\omega_1\omega_2}}} = \frac{2}{\sqrt{4 + \dfrac{(\omega_1 - \omega_2)^2}{\omega_1\omega_2}}} = 0,96.$$

Chọn A

Câu 3: Đặt điện áp u = U₀cosωt (V) (U₀ không đổi, ω thay đổi được) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{4}{5\pi}$ H và tụ điện mắc nối tiếp. Khi $\omega = \omega_0$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua đoạn mạch đạt giá trị cực đại I_m. Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì cường độ dòng điện cực đại qua đoạn mạch bằng nhau và bằng I_m. Biết $\omega_1 - \omega_2 = 200\pi$ rad/s. Giá trị của R bằng

A. 150 Ω. B. 200 Ω. C. 160 Ω. D. 50 Ω.

Hướng dẫn giải

Đây là dạng bài toán ω thay đổi, cường độ dòng điện không đổi nên ta áp dụng hệ thức (***)

$$\omega_1\omega_2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_2 L = \frac{1}{\omega_2 C}$$

Khi tần số ω_0 mạch công hưởng nên: $I_m = \frac{U}{L}$

Mà $I_{01} = \frac{U_0}{Z} = \frac{U\sqrt{2}}{\sqrt{R^2 + (Z_{L1} - Z_{C1})^2}} = I_m = \frac{U}{R}$

$$\Rightarrow 2R^2 = R^2 + (Z_{L1} - Z_{C1})^2 \Rightarrow R^2 = (Z_{L1} - Z_{L2})^2 = L^2(\omega_1 - \omega_2)^2$$

$$\Rightarrow R = L(\omega_1 - \omega_2) = \frac{4}{5\pi}.200\pi = 160\Omega.$$ *Chọn C*

Dạng 8. HỆ SỐ CÔNG SUẤT

Phương pháp :

+ Hệ số công suất: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{P}{UI}$ với $0 \le \cos\varphi \le 1$

  Hoặc dùng giản đồ vectơ để xác định hệ số công suất

+ Ý nghĩa của hệ số công suất cosφ

- Trường hợp cosφ = 1 tức là φ = 0: mạch chỉ có R, hoặc mạch RLC có cộng hưởng điện

  $(Z_L = Z_C)$ thì: $P = P_{max} = UI = \frac{U^2}{R}$.

- Trường hợp cosφ = 0 tức là $\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$: Mạch chỉ có L, hoặc C, hoặc có cả L và C mà không có R thì: $P = P_{min} = 0$.

+ Để nâng cao cosφ bằng cách thường mắc thêm tụ điện thích hợp sao cho cảm kháng và dung kháng của mạch xấp xỉ bằng nhau để cosφ ≈ 1.

+ Nâng cao hệ số công suất cosφ để giảm cường độ dòng điện nhằm giảm hao phí điện năng trên đường dây tải điện.

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Đặt điện áp $u = 150\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần, cuộn cảm thuần và tụ điện mắc nối tiếp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở thuần là 150 V. Hệ số công suất của mạch là

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$. B. 1. C. $\frac{1}{2}$. D. $\frac{\sqrt{3}}{3}$.

Hướng dẫn giải

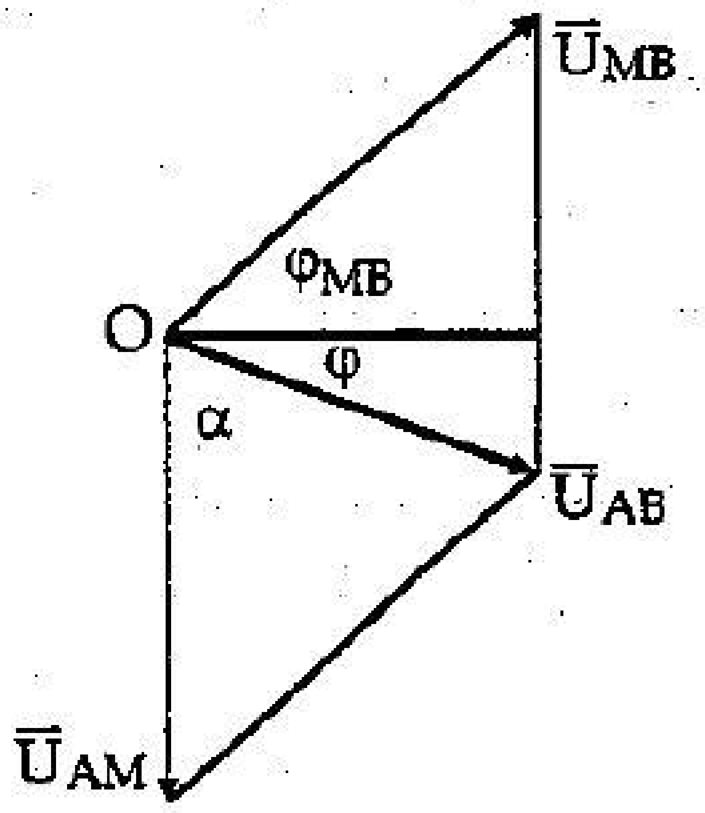
Bài toán tương đối dễ chịu đúng không các bạn! Chỉ cần thay vào công thức tính hệ số công suất là có ngay đáp án.

Hệ số công suất của mạch: $\cos\varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{150}{150} = 1$. ***Chọn B***

Ví dụ 2: Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch AB theo thứ tự gồm một tụ điện, một cuộn cảm thuần và một điện trở thuần mắc nối tiếp. Gọi M là điểm nối giữa tụ điện và cuộn cảm. Biết điện áp hiệu dụng giữa hai đầu AM bằng điện áp hiệu dụng giữa hai đầu MB và cường độ dòng điện trong đoạn mạch lệch pha $\frac{\pi}{12}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch. Hệ số công suất của đoạn mạch MB là

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ B. 0,26 C. 0,50 D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

Hướng dẫn giải



Vẽ giản đồ véctơ như hình vẽ.

Do $U_{AM} = U_{MB}$ nên ta có hình thoi.

Xét độ lớn các góc $\alpha = \varphi + \varphi_{MB}$

Với $\alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{12} = \frac{5\pi}{12}$

$\Rightarrow \varphi_{MB} = \frac{5\pi}{12} - \frac{\pi}{12} = \frac{\pi}{3}$

$\Rightarrow \cos\varphi_{MB} = \cos\frac{\pi}{3} = 0,5$. ***Đáp án C***

Ví dụ 3: Mắc vào đoạn mạch RLC không phân nhánh gồm một nguồn điện xoay chiều có tần số thay đổi được. Ở tần số $f_1 = 60$Hz, hệ số công suất đạt cực đại $\cos\varphi = 1$. Ở tần số $f_2 = 120$Hz, hệ số công suất nhận giá trị $\cos\varphi = 0,707$. Ở tần số $f_3 = 90$Hz, hệ số công suất của mạch bằng

A. 0,874 B. 0,486 C. 0,625 D. 0,781

Hướng dẫn giải

Theo đề cho:

Với $f_1 = 60Hz$ thì $\cos\varphi_1 = 1 \Rightarrow Z_{L1} = Z_{C1}$ (hiện tượng cộng hưởng xảy ra)

Với $f_2 = 2.f_1 \Rightarrow Z_{L2} = 2Z_{L1};\ Z_{C2} = 0{,}5Z_{C1} = 0{,}5Z_{L1}$

Hệ số công suất của mạch trong trường hợp này:

$$\cos\varphi_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(Z_{L_2} - Z_{C_2}\right)^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(2Z_{L_1} - 0{,}5Z_{L_1}\right)^2}} = 0{,}707$$

$$\Rightarrow Z_{L_1} = \frac{R}{1{,}5} \qquad (1)$$

Với $f_3 = 1{,}5f_1 \Rightarrow Z_{L3} = 1{,}5Z_{L1};\ Z_{C3} = \frac{Z_{C1}}{1{,}5} = \frac{Z_{L1}}{1{,}5}$

$$\Rightarrow \cos\varphi_3 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_{L3} - Z_{C3})^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(1{,}5Z_{L1} - \frac{Z_{L1}}{1{,}5}\right)^2}} \qquad (2)$$

Thay (1) vào (2) ta được

$$\cos\varphi_3 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(1{,}5Z_{L1} - \frac{Z_{L1}}{1{,}5}\right)^2}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{25}{36}\left(\frac{R}{1{,}5}\right)^2}} = 0{,}874.$$ *Chọn A*

Ví dụ 4: Cho mạch điện xoay chiều RLC mắc nối tiếp, cuộn dây thuần cảm. Biết $L = CR^2$. Đặt vào 2 đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều ổn định, mạch có cùng hệ số công suất với hai giá trị của tần số $\omega_1 = 50\pi$ rad/s và $\omega_2 = 100\pi$ rad/s. Hệ số công suất là

A. $\frac{2}{\sqrt{13}}$ B. $\frac{1}{2}$ C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ D. Đáp án khác

Hướng dẫn giải

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

Hệ số công suất với hai giá trị của tần số $\omega_1 = 50\pi$ rad/s và $\omega_2 = 100\pi$ rad/s bằng nhau, nên $Z_1 = Z_2$ hay: $\left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C}\right)^2 = \left(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C}\right)^2$

Do $\omega_1 \neq \omega_2$ nên

$$\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} = -\left(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C}\right) \Rightarrow (\omega_1 + \omega_2)L = \frac{1}{C}\frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_1.\omega_2} \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_1.\omega_2}$$

hay $Z_{L_1} = Z_{C_2}$

$$\cos\varphi=\frac{R}{\sqrt{R^2+\left(\omega_1L-\frac{1}{\omega_1C}\right)^2}}=\frac{R}{\sqrt{R^2+\left(\frac{1}{\omega_2C}-\frac{1}{\omega_1C}\right)^2}}$$

$$=\frac{R}{\sqrt{R^2+\frac{1}{C^2}\left(\frac{1}{\omega_2}-\frac{1}{\omega_1}\right)^2}}=\frac{R}{\sqrt{R^2+\frac{1}{C^2}\frac{(\omega_1-\omega_2)^2}{\omega_1^2\omega_2^2}}}$$

$$\cos\varphi=\frac{R}{\sqrt{R^2+\frac{1}{C^2}\frac{(\omega_1-\omega_2)^2}{\omega_1^2\omega_2^2}}}=\frac{R}{\sqrt{R^2+\frac{1}{C}\frac{1}{C\omega_1\omega_2}\frac{(\omega_1-\omega_2)^2}{\omega_1\omega_2}}}$$

$$=\frac{R}{\sqrt{R^2+\frac{R^2}{L}.L\frac{(\omega_1-\omega_2)^2}{\omega_1\omega_2}}}=\frac{1}{\sqrt{1+\frac{1}{2}}}=\sqrt{\frac{2}{3}}$$

Đáp án D

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Cho mạch điện xoay chiều gồm R, L, C nối tiếp. Biết điện áp 2 đầu mạch: $u=50\sqrt{2}\cos100\pi t(V)$. Điện áp hiệu dụng $U_L=30V$; $U_C=60V$

Tính hệ số công suất toàn mạch?

Hướng dẫn giải

Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở:

$$U_R=\sqrt{U^2-(U_C-U_L)^2}=40V$$

Hệ số công suất toàn mạch: $\cos\varphi=\frac{U_R}{U}=0,8$

Câu 2: Đặt điện áp $u=U\sqrt{2}\cos2\pi ft$ (U không đổi, tần số f thay đổi được) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C. Khi tần số là f_1 thì cảm kháng và dung kháng của đoạn mạch có giá trị lần lượt là 6Ω và 8Ω. Khi tần số là f_2 thì hệ số công suất của đoạn mạch bằng 1. Hệ thức liên hệ giữa f_1 và f_2 là

A. $f_2=\frac{2}{\sqrt{3}}f_1$.   B. $f_2=\frac{\sqrt{3}}{2}f_1$.   C. $f_2=\frac{3}{4}f_1$.   D. $f_2=\frac{4}{3}f_1$.

Hướng dẫn giải

* Với tần số f_1:

$$Z_{L_1}=2\pi f_1L=6;Z_{C_1}=\frac{1}{2\pi f_1C}=8\Rightarrow\frac{Z_{L1}}{Z_{C_1}}=(2\pi f_1)^2.LC=\frac{3}{4}\qquad(1)$$

* Với tần số f₂ mạch xảy ra cộng hưởng, ta có: $(2\pi f_2)^2LC = 1$ (2)

* Chia từng vế của (2) cho (1) ta được: $\frac{f_2}{f_1} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow f_2 = \frac{2}{\sqrt{3}}f_1$

⇒ ***Đáp án A.***

Câu 3: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi vào hai đầu đoạn mạch gồm biến trở R mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C. Gọi điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện, giữa hai đầu biến trở và hệ số công suất của đoạn mạch khi biến trở có giá trị R_1 lần lượt là U_{C1}, U_{R1} và $\cos\varphi_1$; khi biến trở có giá trị R_2 thì các giá trị tương ứng nói trên là U_{C_2}, U_{R2} và $\cos\varphi_2$. Biết $U_{C1} = 2U_{C2}$, $U_{R2} = 2U_{R1}$. Giá trị của $\cos\varphi_1$ và $\cos\varphi_2$ là:

A. $\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}$; $\cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

B. $\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}$; $\cos\varphi_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$.

C. $\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}$; $\cos\varphi_2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$.

D. $\cos\varphi_1 = \frac{1}{2\sqrt{2}}$; $\cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Hướng dẫn giải

$$U = U_{R1}^2 + U_{C1}^2 = U_{R2}^2 + U_{C2}^2 \Leftrightarrow U_{R1}^2 + U_{C1}^2 = 4U_{R1}^2 + \frac{U_{C1}^2}{4}$$

$$\Leftrightarrow U_{C1} = 2U_{R1} \Rightarrow U = \sqrt{U_{R1}^2 + U_{C1}^2} = U_{R1}\sqrt{5}$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{U_{R1}}{U} = \frac{1}{\sqrt{5}};\ \cos\varphi_2 = \frac{U_{R2}}{U} = 2\frac{U_{R1}}{U} = \frac{2}{\sqrt{5}}.$$ ⇒ ***Đáp án C***

Câu 4: Đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn AM gồm điện trở thuần $R_1 = 40\Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-3}}{4\pi}$ F, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần R_2 mắc với cuộn thuần cảm. Đặt vào A, B điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi thì điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch AM và MB lần lượt là: $u_{AM} = 50\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{7\pi}{12})(V)$ và $u_{MB} = 150\cos 100\pi t(V)$. Hệ số công suất của đoạn mạch AB là

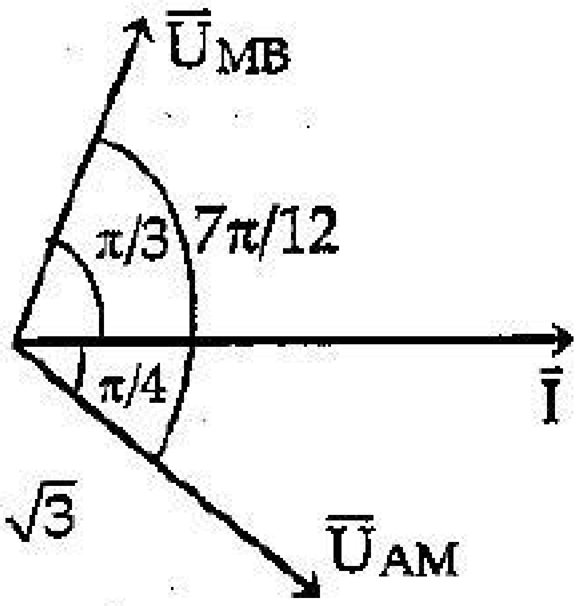
A. 0,86.
B. 0,84.
C. 0,95.
D. 0,71.

Hướng dẫn giải

+ Ta có $Z_C = 40\Omega$

+ $\tan\varphi_{AM} = -\frac{Z_C}{R_1} = -1 \Rightarrow \varphi_{AM} = -\frac{\pi}{4}$

+ Từ hình vẽ, ta có: $\varphi_{MB} = \frac{\pi}{3}$



$\Rightarrow \tan\varphi_{MB} = \dfrac{Z_L}{R_2} = \sqrt{3} \Rightarrow Z_L = R_2\sqrt{3}$

* Xét đoạn mạch AM: $I = \dfrac{U_{AM}}{Z_{AM}} = \dfrac{50}{40\sqrt{2}} = 0,625\sqrt{2}$

* Xét đoạn mạch MB:

$$Z_{MB} = \frac{U_{MB}}{I} = 120 = \sqrt{R_2^2 + Z_L^2} = 2R_2 \Rightarrow R_2 = 60; Z_L = 60\sqrt{3}$$

Hệ số công suất của mạch AB là :

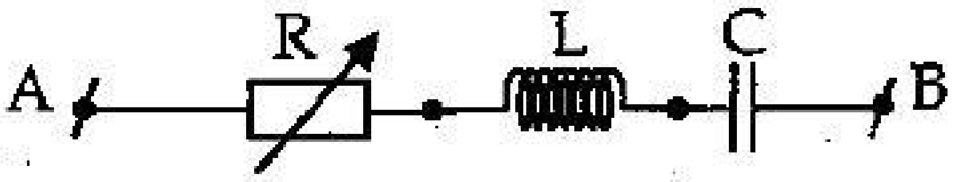
$$\cos\varphi_{AB} = \frac{R_1 + R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = 0,84$$ ⇒ ***Đáp án B.***

Dạng 9. CÔNG SUẤT TIÊU THỤ

1. Mạch RLC không phân nhánh:

+ Công suất tiêu thụ của mạch điện xoay chiều:

$\boxed{P = UI\cos\varphi}$ hay $\boxed{P = I^2R = \dfrac{U^2R}{Z^2}}$.



a. R thay đổi để $P = P_{max}$

+ Khi L, C, ω không đổi thì mối liên hệ giữa Z_L và Z_C không thay đổi nên sự thay đổi của R không gây ra hiện tượng cộng hưởng

+ Tìm công suất tiêu thụ cực đại của đọan mạch:

Ta có $P = RI^2 = R\dfrac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_c)^2} = \dfrac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$

Do U = Const nên để $P = P_{max}$ thì $\left(R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}\right)$ đạt giá trị min

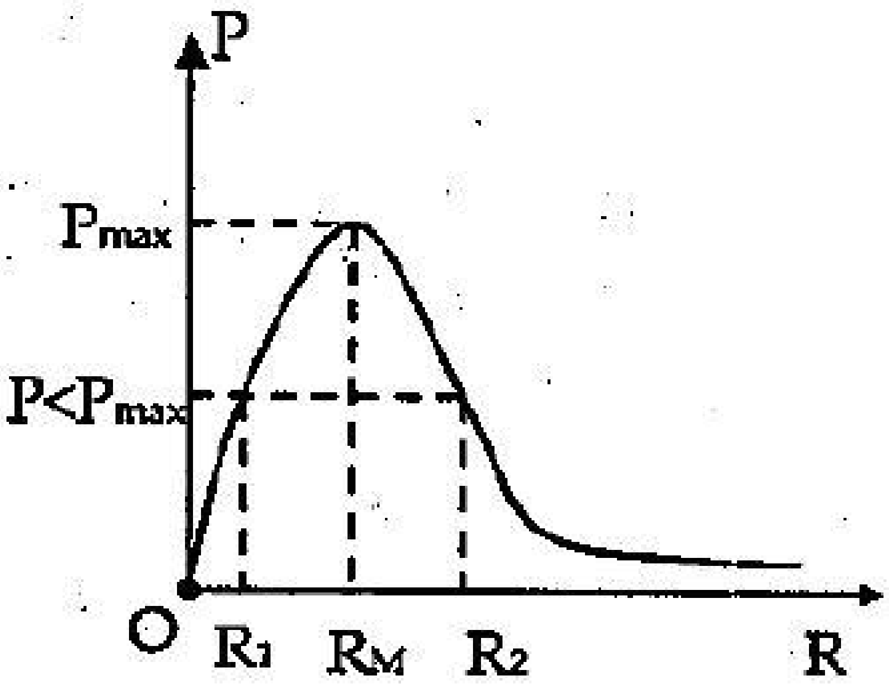
Áp dụng bất đẳng thức Cô-si cho 2 số dương R và $\dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}$ ta được:

$$R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \geq 2\sqrt{R.\frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} = 2|Z_L - Z_C|$$

Vậy $\left(R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}\right)_{min}$ là $2|Z_L - Z_C|$ lúc đó dấu "=" của bất đẳng thức xảy ra nên ta có

$\boxed{R = |Z_L - Z_C|}$ $\boxed{P = P_{max} = \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}}$ và $I = I_{max} = \dfrac{U}{|Z_L - Z_C|\sqrt{2}}$.

Lúc đó: $\cos\varphi = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$; $\tan\varphi = 1$



b. R thay đổi để P = P′ (P′< Pmax):

Ta có: $P' = I^2R = \dfrac{U^2.R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

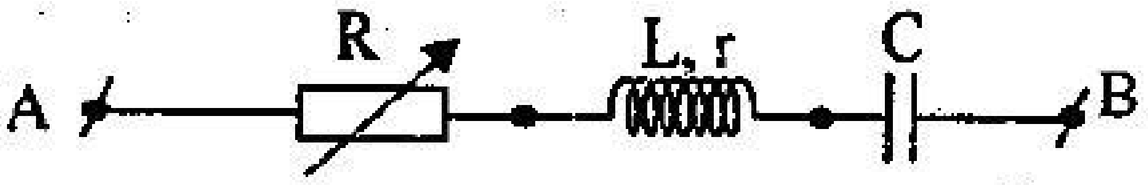
$\Leftrightarrow P'R^2 - U^2R + P'(Z_L - Z_C)^2 = 0 \quad (*)$

2. *Mạch RLrC không phân nhánh:*

(Cuộn dây không thuần cảm có điện trở thuần r)

+ Công suất tiêu thụ của cả đoạn mạch xoay chiều:

$\boxed{P = UI\cos\varphi}$ hay $\boxed{P = I^2(R + r) = \dfrac{U^2(R+r)}{Z^2}}$



+ Hệ số công suất của cả đoạn mạch: $\cos\varphi = \dfrac{R+r}{Z}$.

+ Công suất tiêu thụ trên điện trở R:

$\boxed{P_R = I^2.R = \dfrac{U^2.R}{Z^2}}$ Với $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

+ Công suất tiêu thụ của cuộn dây: $\boxed{P_r = I^2.r = \dfrac{U^2.r}{Z^2}}$

+ Hệ số công suất của đoạn mạch chứa cuộn dây: $\cos\varphi_d = \dfrac{r}{Z_d} = \dfrac{r}{\sqrt{r^2 + Z_L^2}}$

a. Công suất tiêu thụ cực đại của cả đoạn mạch: có L, r, C, ω không đổi .

+ *R thay đổi để Pmax:* Khi L, C, ω không đổi thì mối liên hệ giữa Z_L và Z_C không thay đổi nên sự thay đổi của R **không** gây ra **hiện tượng cộng hưởng**

Ta có $P = (R+r)I^2 = (R+r)\dfrac{U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

$P = \dfrac{U^2}{(R+r) + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)}}$, để $\left(P = P_{max} \Rightarrow R + r + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R+r}\right)_{min}$ thì :

$(R + r) = |Z_L - Z_C|$ Hay: $R = |Z_L - Z_C| - r$

Công suất tiêu thụ cực đại trên toàn mạch (R + r): $\boxed{P_{max} = \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}}$

b. Công suất tiêu thụ cực đại trên R:

Ta có $P_R = RI^2 = R\dfrac{U^2}{(R+r)^2+(Z_L-Z_c)^2}$

$$= \frac{U^2}{2r+\left[R+\dfrac{(Z_L-Z_C)^2+r^2}{R}\right]} = \frac{U^2}{2r+X}$$

Để $P_R = P_{Rmax}$ ta phải có $X = \left(R+\dfrac{(Z_L-Z_C)^2+r^2}{R}\right)$ đạt giá trị min

$\Rightarrow R = \dfrac{(Z_L-Z_C)^2+r^2}{R} \Rightarrow R = \sqrt{(Z_L-Z_C)^2+r^2}$

Lúc đó $P_{Rmax} = \dfrac{U^2}{2r+2\sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}}$

Lưu ý: có khi kí hiệu r thay bằng R_0 .

VÍ DỤ MINH HỌA:

Ví dụ 1: Cho hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là: $u_{AB} = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{4}\right)(V)$

và cường độ dòng điện qua mạch: $i = 3\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{12}\right)(A)$.

Công suất mạch?

A. P = 180(W) B. P = 120 (W) C. P = 100 (W) D. P = 50(W)

Hướng dẫn giải

Ta có cường độ dòng điện và hiệu điện thế hiệu dụng của mạch

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 3(A);\ U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120(V)$$

Mặt khác, từ biểu thức $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\dfrac{\pi}{4} - \dfrac{\pi}{12} = -\dfrac{\pi}{3}$

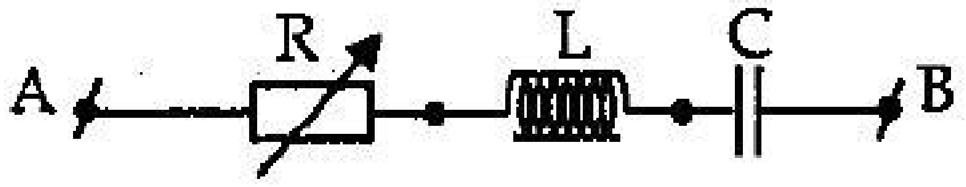
Hệ số công suất của mạch: $\cos\varphi = \cos\left(-\dfrac{\pi}{3}\right) = \dfrac{1}{2}$

Suy ra công suất tiêu thụ của đoạn mạch là:

$P = U.I.\cos\varphi = 120.3.\dfrac{1}{2} = 180(W)$. *Chọn A*

Ví dụ 2: Cho mạch điện như hình vẽ:

Biết $L = \frac{1}{\pi}H$, $C = \frac{10^{-3}}{6\pi}F$,



$u_{AB} = 200\cos 100\pi t(V)$.

R phải có giá trị bằng bao nhiêu để công suất toả nhiệt trên R là 240W?

A. $R = 15(\Omega)$ hay $R = 30(\Omega)$ B. $R = 15(\Omega)$ hay $R = 48\ \Omega$

C. $R = 15\Omega$ hay $R = \frac{16}{3}\ \Omega$ D. $R = 30\Omega$ hay $R = \frac{16}{3}\ \Omega$

Hướng dẫn giải.

Cảm kháng: $Z_L = \omega L = 100\ \Omega$

Dung kháng: $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 60\ \Omega$

Hiệu điện thế hiệu dụng: $U = 100\sqrt{2}$ V

Công suất tỏa nhiệt trên R:

$$P' = I^2R = \frac{RU^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Leftrightarrow P'R^2 - U^2R + P'(Z_L - Z_C)^2 = 0$$

Thay các giá trị Z_L, Z_C, U và P' vào phương trình trên, ta có phương trình bậc hai sau:

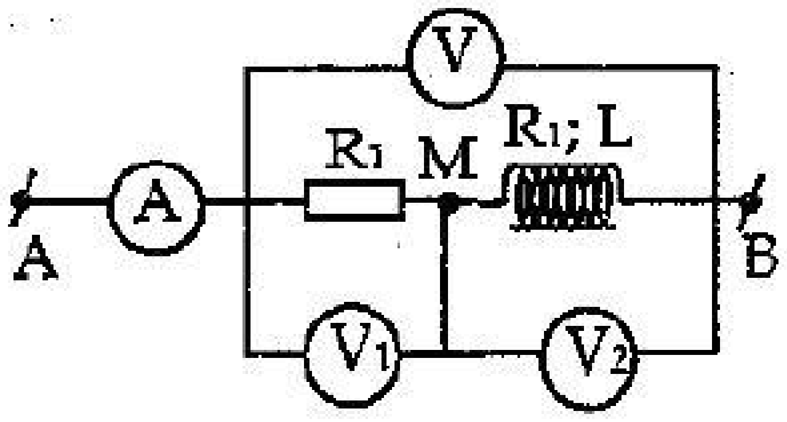
$240R^2 - (100\sqrt{2})^2.R + 240.1600 = 0$. $R = 30\Omega$ hay $R = \frac{16}{3}\ \Omega$. *Chọn D*

Ví dụ 3:

Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ: các máy đo ảnh hưởng không đáng kể đến các dòng điện qua mạch.

Vôn kế V_1 chỉ $U_1 = 36$ (V), vôn kế V_2 chỉ $U_2 = 40(V)$ (V) và vôn kế V chỉ: $U = 68(V)$.

Ampe kế chỉ $I = 2(A)$. Tính công suất mạch?



A. $P = 180(W)$ B. $P = 120(W)$ C. $P = 100(W)$ D. $P = 50(W)$

Hướng dẫn giải.

Cách 1: sử dụng phương pháp đại số

Điện trở R_1 tính theo định luật Ôm: $R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{36}{2} = 18(\Omega)$

Tổng trở đoạn mạch AB:

$$Z_{AB}^2 = (R_1 + R_2)^2 + Z_L^2 = \left(\frac{U_{AB}}{I}\right)^2 = \left(\frac{68}{2}\right)^2 = 34^2 \qquad (1)$$

Tổng trở đoạn mạch AM:

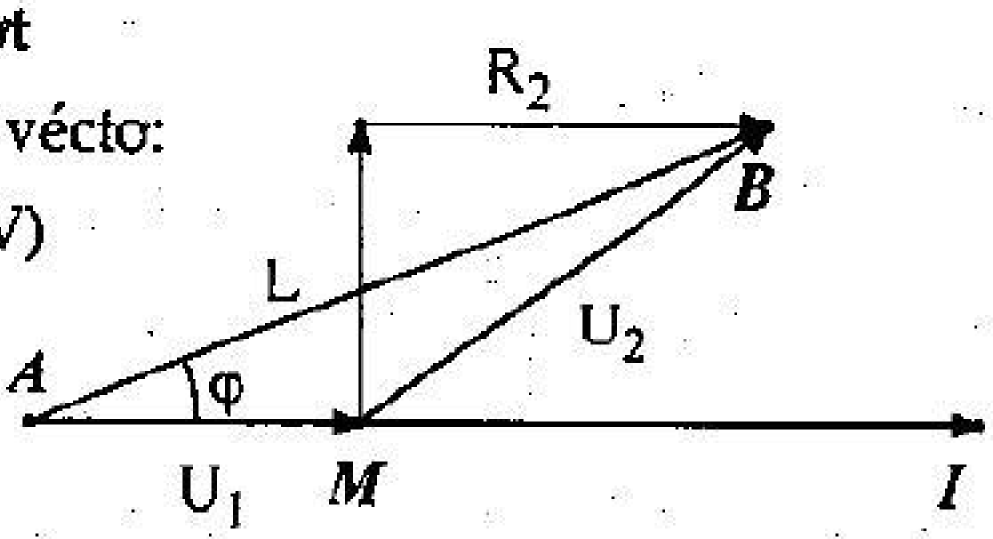
$$Z_{AM}^2 = R_2^2 + Z_L^2 = \left(\frac{U_2}{I}\right)^2 = \left(\frac{40}{2}\right)^2 = 20^2 \qquad (2)$$

Lấy (1) trừ (2), vế theo vế, ta có:

$$R_1^2 + 2R_1R_2 = 756 \Rightarrow R_2 = \frac{756 - R_1^2}{2R_1} = \frac{756 - 18^2}{2.18} = 12(\Omega)$$

Vậy công suất toàn mạch: $P = I^2(R_1 + R_2) = 2^2.(18 + 12) = 120(W)$

Cách 2: **Sử dụng phương pháp véctơ trượt**



Chọn trục i làm trục pha, ta có giản đồ véctơ:

Chú ý: AM = U₁ = 36(V); BM = U₂ = 40(V)

Và: AB = U = 68(V)

Để vẽ giản đồ cho đúng.

Đoạn AM chứa R_1 nên vẽ đi ngang.

Đoạn MB chứa R_2 và L nên ta vẽ L trước (Vuông góc đi lên)

Sau đó mới vẽ R₂ đi ngang (song song trục i).

Nối MB ta có U₂. Nối AB ta có U$_{AB}$. Góc giữa U$_{AB}$ và i là φ.

Dùng định lý hàm số cosin cho tam giác AMB, ta có:

$MB^2 = AM^2 + AB^2 - 2.AM.AB.\cos\varphi$

$$\cos\varphi = \frac{AM^2 + AB^2 - MB^2}{2.AM.AB} = \frac{68^2 + 36^2 - 40^2}{2.68.36} = 0,88$$

Suy ra suất tiêu thụ đoạn mạch:

$P = U.I.\cos\varphi = 68.2.0,88 = 120$ (W). *Chọn B*

Chú ý: Mỗi cách giải có cái nhanh riêng của từng cách. Phương pháp giải theo vecto trượt đòi hỏi các bạn phải giỏi và nhanh về hình học phẳng còn về phương pháp giải theo đại số thì yêu cầu các bạn phải nhanh về triển khai công thức.

Ví dụ 4: Cho đoạn mạch xoay chiều không phân nhánh. Điện trở R = 50(Ω). Một cuộn dây thuần cảm $L = \frac{1}{\pi}(H)$ và tụ biến đổi $C = \frac{10^{-3}}{20\pi}(F)$. Hiệu điện thế hai đầu mạch: $U = 260\sqrt{2}.\cos(100\pi.t)$. Tính công suất toàn mạch?

A. P = 180(W) B. P = 200(W) C. P = 100(W) D. P = 50(W)

Hướng dẫn giải.

$$Z_C = 220(\Omega);\ Z_L = 100(\Omega); Z_{AB} = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 130(\Omega)$$

Vậy công suất toàn mạch: $P = RI^2 = R\left(\frac{U_{AB}}{Z_{AB}}\right)^2 = 50.\left(\frac{260}{130}\right)^2 = 200W$. *Chọn B*

Ví dụ 5: Mạch điện xoay chiều RLC ghép nối tiếp, đặt vào hai đầu mạch một điện áp $u = U_0\cos\omega t$ (V). Điều chỉnh $C = C_1$ thì công suất của mạch đạt giá trị cực đại $P_{max} = 400W$. Điều chỉnh $C = C_2$ thì hệ số công suất của mạch là $\frac{\sqrt{3}}{2}$. Công suất của mạch khi đó là

A. 220W B. 200W C. 300W D. 330W

Hướng dẫn giải.

Ban đầu: $C = C_1$ thì công suất của mạch đạt giá trị cực đại $P_{max} = 400W$. Lúc này, mạch xảy ra cộng hưởng

$$P_{max} = 400W \Leftrightarrow \frac{U^2}{R} = 400 \Rightarrow U^2 = 400R = \text{Không đổi}$$

Khi $C = C_2$ thì hệ số công suất của mạch là $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

$$\cos\varphi_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C2})^2}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Leftrightarrow 0{,}75.\left[R^2 + (Z_L - Z_{C2})^2\right] = R^2$$

$$\Rightarrow (Z_L - Z_{C2})^2 = \frac{0{,}25R^2}{0{,}75} = \frac{R^2}{3}$$

Công suất tiêu thụ của mạch trong trường hợp này :

$$P_2 = R.I_2^2 = R.\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_{C_2})^2} = R.\frac{400R}{R^2 + \frac{R^2}{3}} = 300W.$$ *Chọn C*

Ví dụ 6: Cho đoạn mạch xoay chiều không phân nhánh. Điện trở $R = 50(\Omega)$. Một cuộn dây thuần cảm $L = \frac{1}{\pi}(H)$ và tụ biến đổi C. Hiệu điện thế hai đầu mạch: $u = 260\sqrt{2}.\cos(100\pi.t)$. Thay đổi giá trị C để công suất toàn mạch lớn nhất. Tìm C và công suất toàn mạch cực đại khi đó ?

A. $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F); P = 1352(W)$ B. $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F); P = 1200(W)$

C. $C = \frac{10^{-3}}{\pi}(F); P = 2100(W)$ D. $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F); P = 50(W)$

Hướng dẫn giải.

Công suất toàn mạch: $P = R.I^2 = R.\frac{U^2}{Z^2} = R.\frac{U^2}{\left(R^2 + (Z_L - Z_C)\right)^2}$

Do R không đổi nên P cực đại khi mẫu số cực tiểu.

Hay: $\left(R^2 + \left(Z_{L-Z_C}\right)^2\right)$ nhỏ nhất: điều này xảy ra khi mạch cộng hưởng:

$$Z_C = Z_L = 100(\Omega)$$

Điện dung của tụ để công suất toàn mạch lớn nhất là:

$$C = \frac{1}{\omega.Z_C} = \frac{1}{100\pi.100} = \frac{10^{-4}}{\pi}(F)$$

Công suất cực đại khi đó: $P_{max} = \frac{U^2}{R} = \frac{260^2}{50} = 1352(V)$. *Chọn A*

Ví dụ 7: Cho mạch xoay chiều R, L, C mắc nối tiếp.

$$u = 120\sqrt{2}.\cos(100\pi.t)(V);\ L = \frac{1}{10\pi}(H);\ C = \frac{4.10^{-4}}{\pi}(F)$$

R là một biến trở. Thay đổi giá trị của R sao cho công suất mạch lớn nhất. Tìm R và công suất lúc này?

A. $R = 15(\Omega); P = 480\ (W)$
B. $R = 25(\Omega); P = 400(W)$
C. $R = 35(\Omega); P = 420(W)$
D. $R = 45(\Omega); P = 480(W)$

Hướng dẫn giải.

Dễ dàng tính được: $Z_L = 10(\Omega); Z_C = 25(\Omega)$

Công suất toàn mạch:

$$P = RI^2 = R.\frac{U^2}{Z^2} = R.\frac{U^2}{\left(R^2 + (Z_L - Z_C)\right)^2} = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$$

Do tử số là U không đổi nên P lớn nhất khi mẫu số bé nhất.

Nghĩa là: $y = R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}$ bé nhất.

Áp dụng bất đẳng thức Cô-si cho hai số không âm ta có:

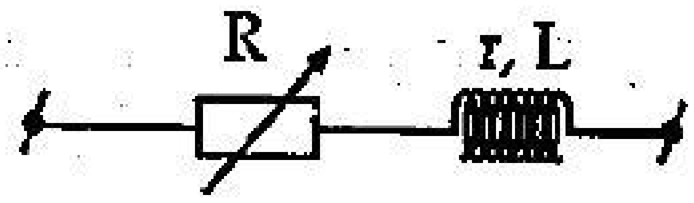
$$y = R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \geq 2\sqrt{R.\frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} = 2|Z_L - Z_C|$$

Dấu bằng xảy ra khi $R = |Z_L - Z_C| = |10 - 25| = 15(\Omega)$

Và công suất cực đại lúc này:

$$P_{max} = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} = \frac{U^2}{2R} = \frac{120^2}{2.15} = 480(W).\ \textit{Chọn A}$$

Ví dụ 8: Cho đoạn mạch xoay chiều không phân nhánh, cuộn dây có điện trở $r = 15(\Omega)$, độ tự cảm $L = \frac{1}{5\pi}(H)$; và một biến trở R mắc như hình vẽ.



Hiệu điện thế hai đầu mạch là: $U = 80.\cos(100\pi.t)$ (V)

1. Khi ta dịch chuyển con chạy của biến trở công suất tỏa nhiệt trên toàn mạch đạt giá trị cực đại là?
   A. $P = 80(W)$ B. $P = 200(W)$ C. $P = 240(W)$ D. $P = 50(W)$
2. Khi ta dịch chuyển vị trí con chạy thì công suất tỏa nhiệt trên biến trở đạt giá trị cực đại là?
   A. $P = 25(W)$ B. $P = 40(W)$ C. $P = 80(W)$ D. $P = 50{,}5(W)$

Hướng dẫn giải

Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = 20(\Omega)$

1. Công suất tỏa nhiệt trên toàn mạch là:

$$P = (R+r).I^2 = (R+r).\frac{U^2}{Z^2} = (R+r).\frac{U^2}{(r+R)^2 + (Z_L)^2}$$

Chia tử và mẫu cho $(r+R)$ ta được: $$P = \frac{U^2}{(r+R) + \dfrac{{Z_L}^2}{r+R}} \qquad (1)$$

Do tử số là U không đổi nên P lớn nhất khi mẫu số bé nhất.

Nghĩa là: $y = r + R + \dfrac{{Z_L}^2}{r+R}$ bé nhất

Áp dụng bất đẳng thức Cô-si cho hai số không âm ta có:

$$y = r + R + \frac{Z_L^2}{r+R} \geq 2.\sqrt{(r+R)\frac{Z_L^2}{(r+R)}} = 2.Z_L$$

Dấu bằng xảy ra khi: $r + R = Z_L \Rightarrow R = Z_L - r = 20 - 15 = 5(\Omega)$

Công suất cực đại lúc này: $$P_{max} = \frac{U^2}{2(r+R)^2} = \frac{\left(40\sqrt{2}\right)^2}{2(15+15)} = 80(W)$$

Chọn A

Kinh nghiệm: *Sau này nếu mạch có nhiều R thì ta dùng công thức tổng quát khi khảo sát công suất toàn mạch như sau:*

$$R_1 + R_2 + \ldots + R_n = |Z_L - Z_C|$$

(Nếu khuyết L hay C thì không đưa vào)

2. Công suất tỏa nhiệt trên biến trở R là :

$$P = I^2.R = \frac{U^2}{Z^2}.R = \frac{U^2}{(r+R)^2 + (Z_L)^2}.R = \frac{U^2}{\dfrac{(r+R)^2 + (Z_L)^2}{R}}$$

Chia tử và mẫu cho R, ta được: $$P = \frac{U^2}{\dfrac{r^2 + 2rR + R^2 + Z_L^2}{R}} = \frac{U^2}{2r + R + \dfrac{r^2 + Z_L^2}{R}}$$

P lớn nhất khi: $y = R + \dfrac{r^2 + Z_L^2}{R}$ bé nhất

Theo bất đẳng thức Cô-si: $y = R + \dfrac{r^2 + Z_L^2}{R} \geq 2\sqrt{R.\dfrac{(r^2 + Z_L^2)}{R}} = 2.\sqrt{r^2 + Z_L^2}$

Dấu "=" xảy ra khi

$$R = \frac{r^2 + Z_L^2}{R} \Rightarrow R = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25(\Omega)$$

Công suất cực đại trên biến trở:

$$P_R = P_{RMax} = \frac{U^2}{2r + 2R} = \frac{(40\sqrt{2})^2}{2.15 + 2.25} = 40W.$$ *Chọn B*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Cho mạch RLC mắc nối tiếp: R là biến trở, cuộn cảm thuần có hệ số tự cảm L không đổi, tụ điện có điện dung C không đổi. Đặt vào hai đầu mạch điện áp xoay chiều $u_{AB} = 200\sqrt{2}\cos(\omega t)$ V, tần số góc ω không đổi. Thay đổi R đến các giá trị $R = R_1 = 75\Omega$ và $R = R_2 = 125\Omega$ thì công suất trong mạch có giá trị như nhau là bao nhiêu?

A. P = 80(W) B. P = 200(W) C. P = 240(W) D. P = 50(W)

Hướng dẫn giải

Khi $R=R_1$ và $R=R_2$ thì $P_1 = P_2 \Rightarrow R_1 + R_2 = \dfrac{U^2}{P}$

$\Leftrightarrow P = \dfrac{U^2}{R_1 + R_2} = 200$ (W). *Chọn B*

Câu 2: Đặt điện áp u = 400cos100πt (u tính bằng V, t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm điện trở thuần 50Ω mắc nối tiếp với đoạn mạch X. Cường độ dòng điện hiệu dụng qua đoạn mạch là 2A. Biết ở thời điểm t, điện áp tức thời giữa hai đầu AB có giá trị 400V; ở thời điểm $t + \dfrac{1}{400}$ (s), cường độ dòng điện tức thời qua đoạn mạch bằng không và đang giảm. Công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch X là

A. 400 W. B. 200 W. C. 160 W. D. 100 W.

Hướng dẫn giải

Giả sử cường độ dòng điện trong mạch có dạng: $i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \varphi)$.

Ở thời điểm t: u = 400V ⇒ cos100πt = 1 và khi đó sin100πt = 0

Ở thời điểm $(t + \dfrac{1}{400})$ (s) $\Rightarrow \cos(100\pi t - \varphi + \dfrac{\pi}{4}) = 0$ và đang giảm

$$\Rightarrow \cos 100\pi t \cos(\frac{\pi}{4} - \varphi) - \sin 100\pi t.\sin(\frac{\pi}{4} - \varphi) = 0 \Rightarrow \cos(\frac{\pi}{4} - \varphi) = 0$$

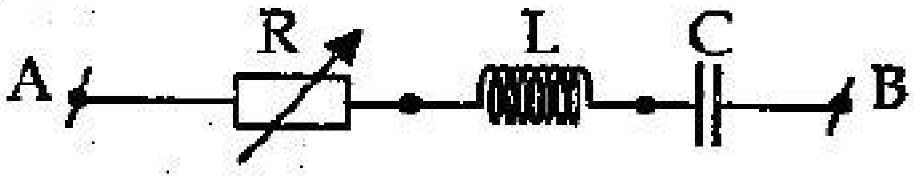
$\varphi = \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{4}$ ⇒ u chậm pha hơn i góc $\frac{\pi}{4}$. Suy ra $\cos\varphi = \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right)$

Công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch X là

$P_X = P - P_R = UI\cos\varphi - I^2R = 200\sqrt{2}.2.\frac{\sqrt{2}}{2} - 2^2.50 = 200$ W. *Chọn B*

Câu 3: Cho mạch điện như hình vẽ.

Biết $L = \frac{1}{\pi}$H, $C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}$F,



$u_{AB} = 200\cos100\pi t$(V). R bằng bao nhiêu để công suất toả nhiệt trên R là lớn nhất? Tính công suất đó.

A. 200 W. B. 300 W. C. 160 W. D. 150 W.

Hướng dẫn giải

Cảm kháng: $Z_L = \omega L = 100\ \Omega$

Dung kháng: $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 50\ \Omega$

Hiệu điện thế hiệu dụng: $U = 100\sqrt{2}$ V

Công suất nhiệt trên R: $P = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$

Theo bất đẳng thức Cô-si : P_{max} khi $R = \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}$ hay $R = |Z_L - Z_C| = 50\ \Omega$

$P_{max} = \frac{U^2}{2R} = 200$W. *Chọn A*

Câu 4: Điện áp hai đầu mạch RLC mắc nối tiếp có dạng: $u = 200\sqrt{2}.\cos(2\pi f.t)$ (V), (biết cuộn dây thuần cảm) và L, C, ω cố định. Điều chỉnh biến trở khi R = 50Ω thì giá trị cực đại của công suất là:

A. 400 W. B. 500 W. C. 660 W. D. 800 W.

Hướng dẫn giải

Bài toán là tìm cực trị của P khi L, C, ω cố định và R thay đổi .

Ta có: U = 200 V, R = 50 Ω

Như vậy khi: $R = |Z_L - Z_C|$ thì công suất cực đại và có giá trị:

$P_{max} = \frac{U^2}{2R} = \frac{100^2}{2.50} = 800$ W. *Chọn D*

Câu 5: Mạch điện gồm R, L, C nối tiếp trong đó cuộn dây thuần cảm $L = \frac{2}{\pi}$H, tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$F và R biến thiên. Đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều: $u = 200.\cos(100\pi.t)$ (V) thì công suất toàn mạch là 80 W tại hai giá trị R_1, R_2. Tìm R_1, R_2.

A. $R = 200(\Omega)$ hay $R = 50(\Omega)$ B. $R = 150(\Omega)$ hay $R = 108\Omega$

C. $R = 105\Omega$ hay $R = \frac{160}{3}\Omega$ D. $R = 330\Omega$ hay $R = \frac{160}{3}\Omega$

Hướng dẫn giải

Ta có: $U = 100$, $Z_L = \frac{2}{\pi}.100\pi = 200\Omega$, $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = 100\Omega$

Dễ thấy, công suất trên mạch đạt được tại hai giá trị R khi R thay đổi, suy ra $P < P\max$.

(Vì P max chỉ tại một giá trị R khi R thay đổi là: $R = |Z_L - Z_C|$).

Nên ta có R_1, R_2 là nghiệm của phương trình :

$$R^2 - \frac{U^2}{P}.R + (Z_L - Z_C)^2 = 0 \Leftrightarrow R^2 - \frac{(100\sqrt{2})^2}{80}.R + (200-100)^2 = 0$$

$\Leftrightarrow R = 200\Omega$ hoặc $R = 50\ \Omega$. *Chọn A*

Câu 6: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U = 200 (V), tần số f = 50 (Hz) vào hai đầu không phân nhánh RLC trong đó R biến thiên. Khi R = 50(Ω) và R = 200 (Ω) thì công suất tiêu thụ trên toàn mạch đều bằng nhau. Thay đổi R để công suất toàn mạch đạt cực đại là bao nhiêu?

A. 100 W. B. 300 W. C. 260 W. D. 200 W.

Hướng dẫn giải

+ Khi $R = R_1$ và $R = R_2$ thì $P_1 = P_2 \Rightarrow R_1R_2 = (Z_L - Z_C)^2$

$\Rightarrow Z_L - Z_C = \sqrt{R_1R_2}$ (*)

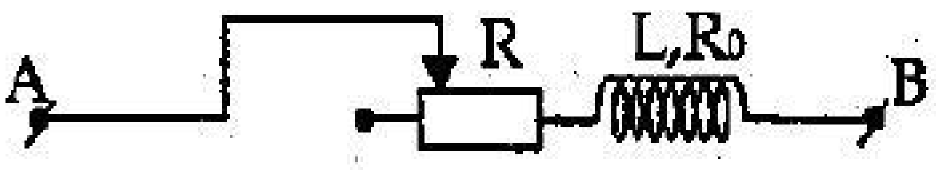
+ $P = R\dfrac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \dfrac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$

Vậy P_{Max} khi $R = |Z_L - Z_C|$ và $P_{Max} = \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$ (**)

Từ (*) và (**): $P_{Max} = \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} = \dfrac{U^2}{2\sqrt{R_2R_2}} = 200$ (W)

Chọn D

Câu 7: Một điện trở biến trở R mắc nối tiếp với cuộn dây có điện trở thuần $R_0 = 15\Omega$ và độ tự cảm $L = \frac{1}{5\pi}$ H như hình vẽ.



Biết điện áp hai đầu đoạn mạch là $u_{AB} = 40\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V). Công suất toả nhiệt trên biến trở có thể đạt giá trị cực đại là bao nhiêu khi ta dịch chuyển con chạy của biến trở? Tính giá trị của biến trở lúc đó và công suất cực đại đó?

A. $R = 25(\Omega)$; $P = 20$ (W) B. $R = 25(\Omega)$; $P = 40$(W)

C. $R = 35(\Omega)$; $P = 42$(W) D. $R = 45(\Omega)$; $P = 48$(W)

Hướng dẫn giải

Cảm kháng : $Z_L = \omega L = 20\ \Omega$; $U = 40$ V

Công suất toả nhiệt trên R : $P = I^2 R = \dfrac{U^2R}{(R+R_0)^2 + Z_L^2} = \dfrac{U^2R}{R^2 + 2RR_0 + R_0^2 + Z_L^2}$

$$P = \frac{U^2}{R + \dfrac{R_0^2 + Z_L^2}{R} + 2R_0}.$$

- Để P_{max} thì $R + \dfrac{R_0^2 + Z_L^2}{R}$ phải min (Vì $2R_0$ là một số không đổi)
- Theo bất đẳng thức Cô-si thì $R + \dfrac{R_0^2 + Z_L^2}{R}$ nhỏ nhất khi $R = \dfrac{R_0^2 + Z_L^2}{R}$

hay $R = \sqrt{R_0^2 + Z_L^2} = 25\ \Omega$ và $P_{max} = \dfrac{U^2}{2(R+R_0)} = 20W$. *Chọn A*

Câu 8: Cho mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở $r = 15\Omega$ và độ tự cảm $L = \dfrac{1}{5\pi}$ H nối tiếp với biến trở R. Đặt vào hai đầu của đoạn mạch một điện áp: $u = 80.\cos 100\pi.t$ (V). Khi dịch chuyển biến trở đến giá trị R_0 thì công suất trên biến trở cực đại. Tìm R_0 và giá trị P max.

A. $R = 25(\Omega)$; $P = 20$ (W) B. $R = 25(\Omega)$; $P = 40$(W)

C. $R = 35(\Omega)$; $P = 42$(W) D. $R = 45(\Omega)$; $P = 48$(W)

Hướng dẫn giải

Ta có : $r = 15\ \Omega$, $Z_L = \dfrac{1}{5\pi}.100\pi = 20\Omega$, $U = 40\sqrt{2}$ V

- Chú ý: để yêu cầu tìm P trên R cực đại phải phân biệt với công suất trên toàn mạch gồm (r + R).

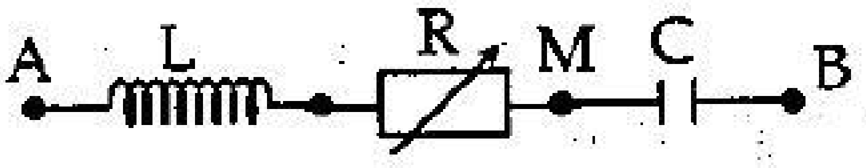
  Bài toán gồm R biến thiên nối tiếp với cuộn dây có r. Khi đó từ công thức đã chứng minh, ta được:

  P trên R max khi và chỉ khi: $R^2 = Z_L^2 + r^2 \Leftrightarrow R = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25.\Omega$

- Giá trị công suất cực đại trên R là: $P\max = \dfrac{U^2}{2(R+r)} = \dfrac{(40\sqrt{2})^2}{2(25+15)} = 40W$

Chọn B

Câu 9: Một mạch điện xoay chiều gồm:



Cuộn cảm thuần có $L = \frac{2}{\pi}$ (H);

Tụ điện có $C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}$ (F); R là một biến trở.

Giữa hai đầu AB được duy trì một hiệu điện thế $u = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)$(V). Điều chỉnh R để công suất tiêu thụ của đoạn mạch cực đại. Tìm R và công suất đó.

A. $R = 160\Omega$; $P_{max} = 48W$ B. $R = 150\Omega$; $P_{max} = 48W$

C. $R = 160\Omega$; $P_{max} = 53W$ D. $R = 150\Omega$; $P_{max} = 53W$

Hướng dẫn giải

Ta có $Z_L = \omega L = 200\Omega$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 50\Omega$; $U = 200V$

Công suất tiêu thụ của mạch:

$$P = I^2R = \frac{U^2}{Z^2}R = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}R$$

Có thể viết: $P = \dfrac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} = \dfrac{U^2}{y}$ với $y = R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}$

Áp dụng bất đẳng thức Cô-si cho hai số dương $a = R$ và $b = \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}$

Ta luôn có: $y = R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \geq 2|Z_L - Z_C| = const$

$\Rightarrow$ giá trị nhỏ nhất của y là: $y_{min} = 2|Z_L - Z_C|$

$\Leftrightarrow R = \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \Rightarrow R = |Z_L - Z_C| = 150\Omega$

Và $P_{max} = \dfrac{U^2}{y_{min}} = \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} = 48W$

Chọn B

Dạng 10. XÁC ĐỊNH TẦN SỐ DÒNG ĐIỆN

Phương pháp:

1/ Dùng các công thức có liên quan đến tần số góc, tần số:

- $E_0 = NB\omega S$; $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f = 2\pi n$; $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\pi f.C}$; $Z_L = \omega L$;

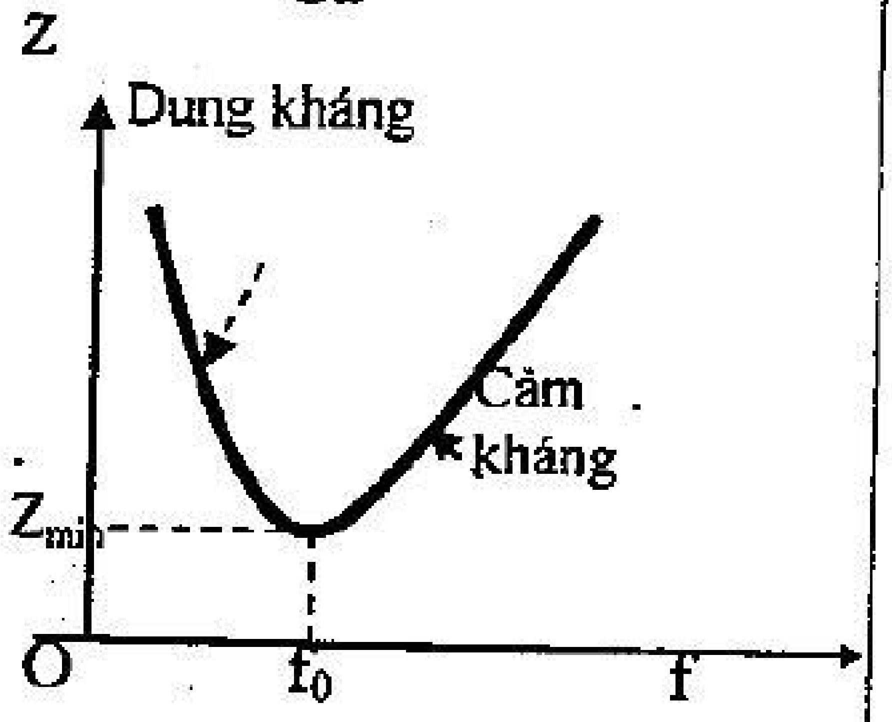
  $\tan\varphi = \dfrac{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}}{R}$

- **Điều kiện để có cộng hưởng là:** $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

  hay $\omega^2 LC = 1$ hay $4\pi^2 f^2 LC = 1$ hay $Z_L = Z_C \Rightarrow L\omega = \dfrac{1}{C\omega}$

- **Liên hệ giữa Z và tần số f :**

  f_0 là tần số lúc cộng hưởng.



+ Khi $f < f_0$: Mạch có tính dung kháng, Z và f nghịch biến
+ Khi $f > f_0$: Mạch có tính cảm kháng, Z và f đồng biến

2/ Mạch RLC *có ω ; f thay đổi:*

Lưu ý: L và C mắc liên tiếp nhau

* Khi $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ thì $I_{Max} \Rightarrow U_{Rmax}$; P_{Max} còn U_{LCMin}

* Khi $\omega = \dfrac{1}{C}\dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}}}$ thì $U_{LMax} = \dfrac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

* Khi $\omega = \dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}}$ thì $U_{CMax} = \dfrac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

* Với $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì I hoặc P hoặc U_R có cùng một giá trị thì I_{Max} hoặc P_{Max} hoặc $U_{R_{Max}}$ khi $\omega = \sqrt{\omega_1\omega_2} \Rightarrow$ tần số $f = \sqrt{f_1 f_2}$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Giữa hai bản tụ điện có điện áp xoay chiều 220V, 60Hz. Dòng điện qua tụ điện có cường độ 0,5A. Để dòng điện qua tụ điện có cường độ bằng 8A thì tần số của dòng điện là

A. 15Hz. B. 240Hz. C. 480Hz. D. 960Hz.

Hướng dẫn giải :

Cường độ dòng điện ứng với tần số f_1:

$$I_1 = \frac{U}{Z_{C_1}} = 220.Z_{C_1} = 220.2\pi f_1 C = 0,5A$$

Cường độ dòng điện ứng với tần số f_2 :

$$I_2 = \frac{U}{Z_{C_2}} = 220.Z_{C_2} = 220.2\pi f_2 C = 8A$$

Từ đó ta có: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{8}{0,5} = 16 \Rightarrow f_2 = 16f_1 = 16.60 = 960Hz$. *Chọn D*

Ví dụ 2: Cho đoạn mạch RLC nối tiếp; $R = 30\Omega$; $L = \frac{0,4}{\pi}(H)$; $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F)$. Khi ω thay đổi thì thấy khi ω biến thiên từ $50\pi(rad/s)$ đến $150\pi(rad/s)$, cường độ dòng điện trong mạch sẽ:

A. tăng

B. giảm

C. tăng rồi sau đó giảm

D. giảm rồi sau đó tăng

Hướng dẫn giải :

Tính $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{0,4}{\pi}.\frac{10^{-4}}{\pi}}} = 5.10^2 Rad/s$ khi có cộng hưởng.

Ta thấy ω_0 nằm trong khoảng giữa $50\pi(rad/s)$ và $150\pi(rad/s)$ suy ra I lúc đầu tăng đến giá trị I_{max} rồi sau đó I giảm. *Chọn C*

Ví dụ 3: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\omega t$ có U_0 không đổi và ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Thay đổi ω thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_1$ bằng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch khi $\omega = \omega_2$. Hệ thức đúng là :

A. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{LC}$.

B. $\omega_1.\omega_2 = \frac{1}{LC}$.

C. $\omega_1 + \omega_2 = \frac{2}{\sqrt{LC}}$.

D. $\omega_1.\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Hướng dẫn giải :

Theo bài ra, ta có phương trình:

$$I_1 = I_2 \Leftrightarrow \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_{L1} - Z_{C1})^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_{L2} - Z_{C2})^2}}$$

$$\Leftrightarrow |Z_{L1} - Z_{C1}| = |Z_{L2} - Z_{C2}| \Rightarrow Z_{L1} - Z_{C1} = Z_{C2} - Z_{L2}$$

$$\Leftrightarrow L(\omega_1+\omega_2)=\frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1}+\frac{1}{\omega_2}\right)\Leftrightarrow L=\frac{1}{C}.\frac{1}{\omega_1.\omega_2}\Leftrightarrow \omega_1.\omega_2=\frac{1}{LC}$$

Chọn B

Ví dụ 4: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\omega t$ (U_0 không đổi và ω thay đổi được vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp, với $CR^2 < 2L$. Khi $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện có cùng một giá trị. Khi $\omega = \omega_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt cực đại. Hệ thức liên hệ giữa ω_1, ω_2 và ω_0 là

A. $\omega_0=\frac{1}{2}(\omega_1+\omega_2)$

B. $\omega_0^2=\frac{1}{2}(\omega_1^2+\omega_2^2)$

C. $\omega_0=\sqrt{\omega_1\omega_2}$

D. $\frac{1}{\omega_0^2}=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\omega_1^2}+\frac{1}{\omega_2^2}\right)$

Hướng dẫn giải :

+ Theo đề bài cho: $\omega=\omega_1$ hoặc $\omega=\omega_2$ thì $U_{C1}=U_{C2}$

Khi ấy:

$$\frac{\frac{1}{C\omega_1}}{\sqrt{R^2+\left(L\omega_1-\frac{1}{C\omega_1}\right)^2}}=\frac{\frac{1}{C\omega_2}}{\sqrt{R^2+\left(L\omega_2-\frac{1}{C\omega_2}\right)^2}}\Leftrightarrow\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2}=\frac{R^2+\left(L\omega_1-\frac{1}{C\omega_1}\right)^2}{R^2+\left(L\omega_2-\frac{1}{C\omega_2}\right)^2}$$

Biến đổi, ta thu được:

$$L^2(\omega_1^2+\omega_2^2)=\frac{2L}{C}-R^2\Leftrightarrow(\omega_1^2+\omega_2^2)=\frac{2}{CL}-\frac{R^2}{L^2}=2\left(\frac{1}{LC}-\frac{R^2}{2L^2}\right)\quad(1)$$

+ Mặt khác, khi ω biến thiên có $U_{C\max}$ thì : $\omega_0^2=\frac{1}{LC}-\frac{R^2}{2L^2}$ (2)

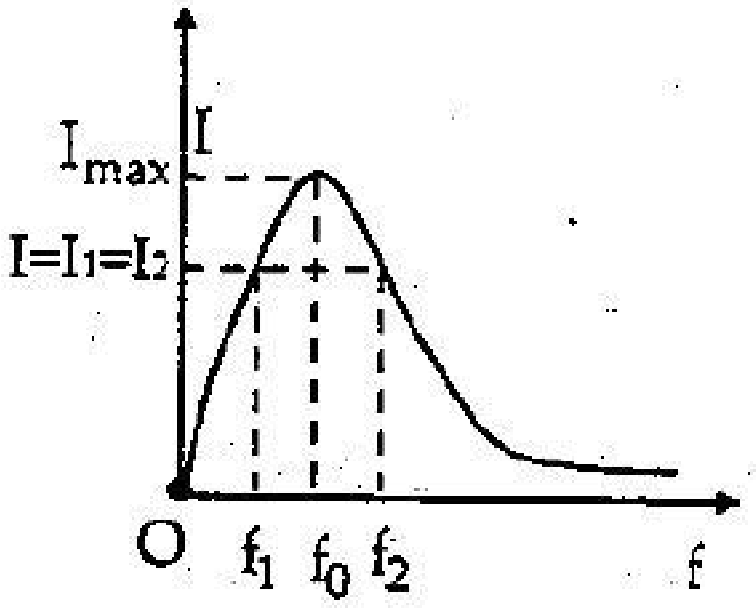
Từ (1) và (2) suy ra đáp án : $\frac{1}{\omega_0^2}=\frac{1}{2}(\omega_1^2+\omega_2^2)$

Ví dụ 5: Lần lượt đặt các điện áp xoay chiều $u_1 = U\sqrt{2}\cos(100\pi t+\varphi_1)$; $u_2 = U\sqrt{2}\cos(120\pi t+\varphi_2)$ và $u_3 = U\sqrt{2}\cos(110\pi t+\varphi_3)$ vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp thì cường độ dòng điện trong đoạn mạch có biểu thức tương ứng là: $i_1 = I\sqrt{2}\cos100\pi t$; $i_2 = I\sqrt{2}\cos\left(120\pi t+\frac{2\pi}{3}\right)$ và

$i_3 = I'\sqrt{2}\cos\left(110\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$. So sánh I và I', ta có:

A. I = I'. B. $I = I'\sqrt{2}$. C. I < I'. D. I > I'.

Hướng dẫn giải :



Dựa vào đồ thị hình bên, ta thấy đối với đoạn mạch xoay chiều có R, L, C nối tiếp: khi cho f thay đổi thì I thay đổi.

Khi $f = f_1$ hoặc $f = f_2$ thì I có cùng một giá trị thì I_{Max} khi tần số $f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$.

Bài cho $f_1 = 50Hz$, $f_2 = 60Hz$, $f_3 = 55Hz$.

và cho khi $f = f_1 = 50Hz$ hoặc $f = f_2 = 60Hz$ thì $I_1 = I_2 = I$.

Suy ra: $f_0 = \sqrt{f_1 f_2} = \sqrt{50.60} = 54{,}77Hz$.

Ở đây cho khi $f = f_3$ thì cường độ là I'.

Qua đồ thị, ta thấy $f_1 < f_3 < f_2$ và $f_3 \sim f_0$.

Suy ra $I' \sim I_{max}$ nên $\Rightarrow I' > I$

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t(V)$ có tần số góc thay đổi vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Khi tần số góc là $100\pi rad/s$ hoặc $25\pi rad/s$ thì cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch bằng nhau. Để cường độ dòng điện hiệu dụng qua mạch cực đại thì tần số góc bằng :

A. 60π rad/s B. 55π rad/s C. 45π rad/s D. 50π rad/s

Hướng dẫn giải :

Với $\omega = \omega_1$ hoặc $\omega = \omega_2$ thì I hoặc P hoặc U_R có cùng một giá trị thì I_{Max} hoặc P_{Max} hoặc U_{RMax} khi $\omega = \sqrt{\omega_1\omega_2}$.

Áp dụng ta có: $\omega = \sqrt{100\pi.25\pi} = 50\pi rad/s$. ***Chọn D***

Câu 2: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0\cos\omega t$ (U_0 không đổi, ω thay đổi được) vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp. Khi $\omega = \omega_1$ thì cảm kháng và dung kháng của đoạn mạch lần lượt là Z_{1L} và Z_{1C}. Khi $\omega = \omega_2$ thì trong đoạn mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng. Hệ thức đúng là

A. $\omega_1 = \omega_2\frac{Z_{1C}}{Z_{1L}}$ B. $\omega_1 = \omega_2\sqrt{\frac{Z_{1L}}{Z_{1C}}}$ C. $\omega_1 = \omega_2\sqrt{\frac{Z_{1C}}{Z_{1L}}}$ D. $\omega_1 = \omega_2\frac{Z_{1L}}{Z_{1C}}$

Hướng dẫn giải :

Khi tần số ω_1: $\frac{Z_{1L}}{Z_{1C}} = \frac{L\omega_1}{\frac{1}{C\omega_1}} = LC\omega_1^2 \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{Z_{1L}}{Z_{1C}LC}$

Khi tần số ω_2 thì công hưởng nên: $\omega_2^2 = \frac{1}{LC}$

$\Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{Z_{1L}}{Z_{1C}}} \Rightarrow \omega_1 = \omega_2\sqrt{\frac{Z_{1L}}{Z_{1C}}}$. *Chọn B*

Câu 3: Một cuộn dây dẫn có hệ số tự cảm L được mắc nối tiếp với một tụ có điện dung C rồi mắc vào 2 điểm A, B của một mạch điện xoay chiều có tần số f. Đo điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB, giữa hai đầu cuộn dây và giữa hai cực của tụ điện bằng vôn kế có điện trở rất lớn, ta lần lượt được: U_{AB} = 37,5 V, U_d = 50V, U_C = 17,5 V. Đo cường độ dòng điện bằng một ampe kế có điện trở không đáng kể, ta thấy I = 0,1 A.Khi tần số f thay đổi đến giá trị f_m = 330 Hz thì cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại. Tính tần số f của điện áp đã sử dụng ở trên.

A. 50Hz. B. 500Hz. C. 480Hz. D. 560Hz.

Hướng dẫn giải :

Giả sử cuộn dây thuần cảm không có điện trở r thì:

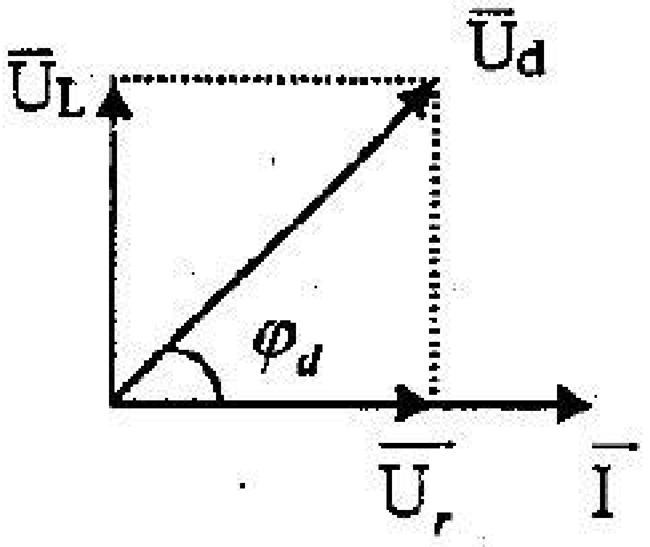
$$U_{AB} = U_L - U_C = 50 - 17,5 = 32,5V$$

Không phù hợp với giá trị đã cho. Nên cuộn dây phải có điện trở trong r đáng kể.

Tổng trở cuộn dây: $Z_d = \sqrt{r^2 + Z_L^2}$

Biên độ và giá trị hiệu dụng của cường độ dòng diện được tính theo các công thức:

$I_0 = \frac{U_{0d}}{Z_d} = \frac{U_{0d}}{\sqrt{r^2 + Z_L^2}}$ và $I = \frac{U_d}{Z_d} = \frac{U_d}{\sqrt{r^2 + Z_L^2}}$



Công suất tiêu thụ của cuộn dây:

$P = U_d.I.\cos\varphi_d = I.r^2$

Với hệ số công suất: $\cos\varphi_d = \frac{r}{Z_d} = \frac{r}{\sqrt{Z_L^2 + r^2}}$

Ta tính được: Tổng trở của cuộn dây: $Z_d = \frac{U_d}{I} = \frac{50}{0,1} = 500\Omega$

Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{17,5}{0,1} = 175\Omega$.

Tổng trở của đoạn mạch: $Z_{AB} = \frac{U_{AB}}{I} = \frac{37,5}{0,1} = 375\Omega$

Khi f = f$_m$, trong mạch có cộng hưởng (I$_{max}$) nên: $\omega_m^2 = \frac{1}{LC}$

$$\Rightarrow LC = \frac{1}{{\omega_m}^2} = \frac{1}{(2\pi f_m)^2} = \frac{1}{(2.\pi.330)^2} \qquad (1)$$

Mặt khác:

$$Z_{AB}^2 = r^2 + (Z_L - Z_C)^2 = r^2 + Z_L^2 - 2Z_LZ_C + Z_C^2 \Rightarrow Z_{AB}^2 = Z_d^2 + Z_C^2 - 2Z_1Z_C$$

$$\Rightarrow 2Z_LZ_C = Z_d^2 + Z_C^2 - Z_{ZB}^2 = 500^2 + 175^2 - 375^2 = 14.10^4$$

$$\Rightarrow 2.L.\omega.\frac{1}{C.\omega} = 2\frac{L}{C} = 14.10^4 \Rightarrow \frac{L}{C} = 7.10^4 \Rightarrow L = 7.10^4.C \qquad (2)$$

Thế (2) vào (1), ta được: $7.10^4.C^2 = \frac{1}{(2.\pi.330)^2}$

Suy ra: $C = 1,82.10^{-6}$ F; $L = 7.10^4.C = 7.10^4.1,82.10^{-6} = 0,128$ H

Mà: $Z_C = \frac{1}{C.\omega} = \frac{1}{C.2.\pi f} \Rightarrow f = \frac{1}{C.2.\pi.Z_c} = \frac{1}{1,82.10^{-6}.2.3,14.175} = 500$ Hz. ***Chọn B***

Dạng 11. ĐỘ LỆCH PHA CỦA ĐIỆN ÁP CỦA 2 ĐOẠN MẠCH MẮC NỐI TIẾP

Phương pháp

1. Hai đoạn mạch AM gồm $R_1L_1C_1$ ***nối tiếp và đoạn mạch MB gồm*** $R_2L_2C_2$ ***nối tiếp mắc nối tiếp với nhau***

Nếu có $U_{AB} = U_{AM} + U_{MB} \Rightarrow u_{AB}; u_{AM}$ và u_{MB} cùng pha

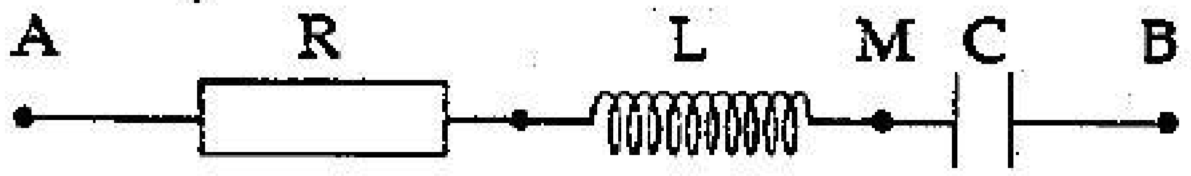
$\Rightarrow \tan u_{AB} = \tan u_{AM} = \tan u_{MB}$

2. Hai đoạn mạch $R_1L_1C_1$ ***và*** $R_2L_2C_2$ ***mắc nối tiếp có pha lệch nhau Δφ***

Với $\tan\varphi_1 = \frac{Z_{L_1} - Z_{C_1}}{R_1}$ và $\tan\varphi_2 = \frac{Z_{L_2} - Z_{C_2}}{R_2}$ (giả sử $\varphi_1 > \varphi_2$)

Có $\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi \Rightarrow \frac{\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2}{1 + \tan\varphi_1\tan\varphi_2} = \tan\Delta\varphi$

Trường hợp đặc biệt $\Delta\varphi = \pi/2$ (*vuông pha nhau*) thì $\tan\varphi_1\tan\varphi_2 = -1$.



Hình 1

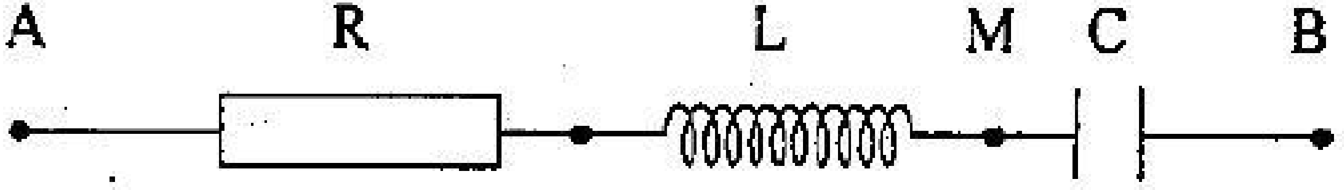
Ví dụ: * Mạch điện ở hình 1 có u_{AB} và u_{AM} lệch pha nhau Δφ

Ở đây 2 đoạn mạch AB và AM có cùng i và u_{AB} chậm pha hơn u_{AM}

$$\Rightarrow \varphi_{AM} - \varphi_{AB} = \Delta\varphi \Rightarrow \frac{\tan\varphi_{AM} - \tan\varphi_{AB}}{1+\tan\varphi_{AM}\tan\varphi_{AB}} = \tan\Delta\varphi$$

Nếu u_{AB} vuông pha với u_{AM} thì

$$\tan\varphi_{AM}\tan\varphi_{AB} = -1 \Rightarrow \frac{Z_L}{R}\frac{Z_L - Z_C}{R} = -1$$



Hình 2

3. Liên quan độ lệch pha:

a. Trường hợp: $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan\varphi_1.\tan\varphi_2 = 1$

b. Trường hợp : $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan\varphi_1.\tan\varphi_2 = -1$

c. Trường hợp : $|\varphi_1| + |\varphi_2| = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan\varphi_1.\tan\varphi_2 = \pm 1$

4. Xét đoạn mạch AB như hình vẽ 2 Nếu : $\varphi_{AM} - \varphi_{AB} = \Delta\varphi$

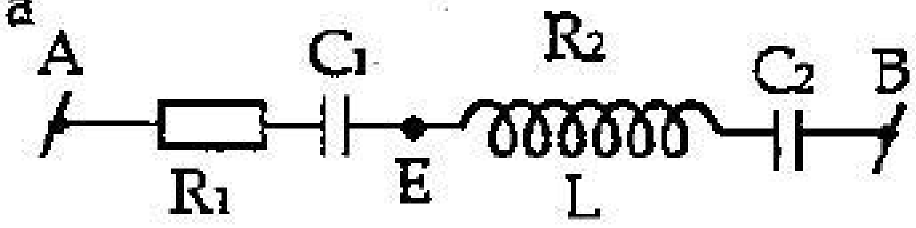
$$\Rightarrow \frac{\tan\varphi_{AM} - \tan\varphi_{AB}}{1+\tan\varphi_{AM}\tan\varphi_{AB}} = \tan\Delta\varphi$$

$$\frac{\frac{Z_L}{R} - \frac{Z_L - Z_C}{R}}{1 + \frac{Z_L}{R}\frac{Z_L - Z_C}{R}} = \tan\Delta\varphi \quad \text{hay} \quad \frac{RZ_C}{R^2 + Z_L(Z_L - Z_C)} = \tan\Delta\varphi$$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Cho mạch điện như hình vẽ:

Cuộn dây có điện trở hoạt động R_2 và độ tự cảm L; $R_1 = 4(\Omega)$; $C_1 = \frac{10^{-2}}{8\pi}(F)$; $R_2 = 100(\Omega)$ và: $L = \frac{1}{\pi}(H)$, tần số $f = 50(Hz)$.



Tìm điện dung C_2 biết rằng các hiệu điện thế U_{AE} và U_{EB} cùng pha .

A. $C_2 = \frac{10^{-2}}{8\pi}(F)$ B. $C_2 = \frac{10^{-4}}{3\pi}(F)$ C. $C_2 = \frac{10^{-6}}{8\pi}(F)$ D. $C_2 = \frac{10^{-2}}{3\pi}(F)$

Hướng dẫn giải

Do U_{AE} và U_{EB} cùng pha nên ta có: $\varphi_{AE} = \varphi_{EB}$

Suy ra: $\tan\varphi_{AE} = \tan\varphi_{EB} \Leftrightarrow \frac{-Z_{C1}}{R_1} = \frac{Z_L - Z_{C2}}{R_2}$

Cảm kháng: $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{1}{\pi} = 100(\Omega)$

Dung kháng C₁: $Z_{C1} = \frac{1}{\omega.C_1} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-2}}{8\pi}} = 8(\Omega)$

Từ biểu thức (1) ta tính được dung kháng cuộn C₂ :

$$Z_{C_2} = Z_L + Z_{C_1}\frac{R_2}{R_1} = 100 + 8.\frac{100}{4} = 300(\Omega) \Rightarrow C_2 = \frac{10^{-4}}{3\pi}(F)$$

Vậy chọn đáp án B

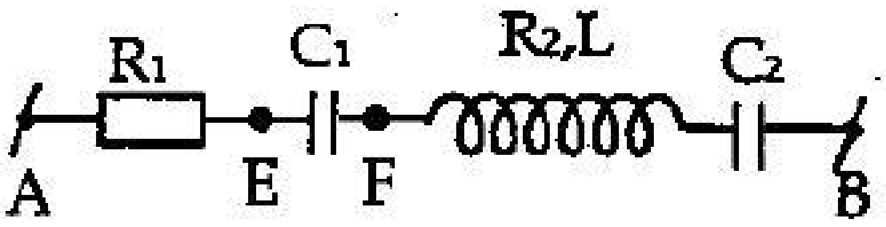
Ví dụ 2: Cho mạch như hình vẽ: $R_1 = 8\sqrt{3}(\Omega)$; $C_1 = \frac{10^{-3}}{8\pi}(F)$; R₂ = 8(Ω); $L = 38{,}21(mH)$; dòng điện trong mạch có tần số $f = 50(Hz)$. Biết rằng U_{AE} và U_{AB} cùng pha. Độ lệch pha của hiệu điện thế hai đầu A, F so với hiệu điện thế hai đầu F.B là:

A. $U_{A.F}$ nhanh pha 90° so với U_{FB}

B. $U_{A.F}$ nhanh pha 60° so với U_{FB}

C. $U_{A.F}$ chậm pha 60° so với U_{FB}

D. $U_{A.F}$ chậm pha 75° so với U_{FB}



Hướng dẫn giải

Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = \omega.L = 100\pi.38{,}21.10^{-3} = 12(\Omega)$

Dung kháng của tụ C₁: $Z_{C_1} = \frac{1}{\omega.C_1} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-2}}{8\pi}} = 8(\Omega)$

Do U_{AE} và U_{AB} cùng pha nên ta có phương trình:

$$\tan\varphi_{AE} = \tan\varphi_{EB} \Leftrightarrow \frac{0}{R_1} = \frac{Z_L - (Z_{C1} + Z_{C2})}{R_1 + R_2}$$

Từ đó ta có: $Z_{C2} = Z_L - Z_{C1} = 12 - 8 = 4(\Omega)$

Độ lệch pha giữa hiệu điện thế hai đầu AF với cường độ dòng điện.

$$\tan\varphi_{AF} = \frac{-Z_{CL}}{R_1} = \frac{-1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{AF} = -30^0$$

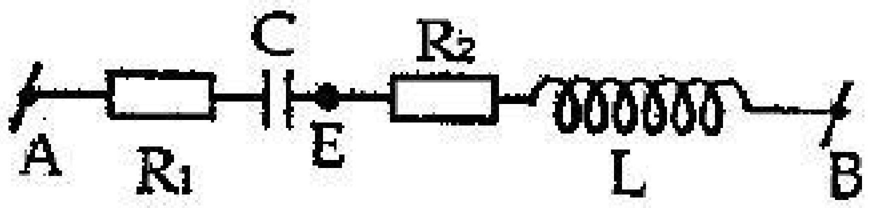
Độ lệch pha giữa hiệu điện thế hai đầu FB với cường độ dòng điện.

$$\tan\varphi_{FB} = \frac{Z_L - Z_{C2}}{R_2} = \frac{12 - 4}{8} = 1 \Rightarrow \varphi_{AF} = 45^0$$

Vậy: $\varphi_{AF} - \varphi_{AF} = -30^0 - 45^0 = -75^0 < 0$.

Nghĩa là U_{AE} chậm pha 75^0 so với U_{FB}. *Chọn D*

Ví dụ 3: Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.



Tìm mối liên hệ giữa R₁; R₂; C và L để U_{AE} và U_{EB} vuông pha nhau?

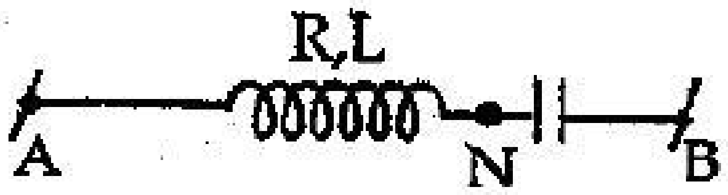
A. $\frac{L}{C} = R_1.R_2$ B. $\frac{C}{L} = R_1.R_2$ C. $LC = R_1R_2$ D. $\frac{L}{C} = \frac{R_1}{R_2}$

Hướng dẫn giải

Do hai đoạn mạch U_{AE} và U_{EB} vuông pha nên ta dùng công thức:

$$\tan\varphi_{AE}.\tan\varphi_{EB} = -1 \Leftrightarrow \frac{-Z_C Z_L}{R_1R_2} = -1 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\omega C}}{R_1} = \frac{R_2}{\omega L} \Rightarrow \frac{L}{C} = R_1.R_2.$$ *Chọn A*

Ví dụ 4: Cho mạch điện như hình vẽ:



$u_{AB} = 170\cos(100\pi.t)$ (V) và $U_{NB} = 170$ (V)

Dòng điện sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với hiệu điện thế hai đầu mạch.

Tính giá trị hiệu dụng của U_{AN}?

A. 100(V) B. $85\sqrt{2}$ (V) C. 141(V) D. 170(V)

Hướng dẫn giải

Dòng điện sớm pha $\frac{\pi}{4}$ so với u_{AB} nên ta có:

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \tan\left(-\frac{\pi}{4}\right) = -1 \Rightarrow U_C - U_L = U_R \qquad (1)$$

Mặt khác: $U_{AB}^2 = U_R^2 + (U_C - U_L)^2$ (2).

Thay (1) vào (2), ta có:

$$U_{AB}^2 = U_R^2 + U_R^2 = 2U_R^2 \Rightarrow U_R = \frac{U_{AB}}{\sqrt{2}} = \frac{\frac{170}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = \frac{170}{2} = 85(V)$$

Theo giả thiết $U_{NB} = 170$ (V) $= U_C$ (3)

Thay các giá trị U_R và U_C vào (1) ta có:

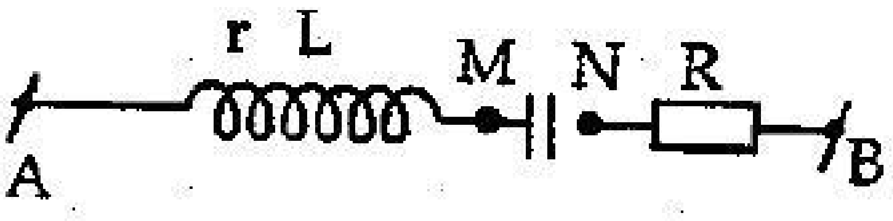
$$U_L = U_C - U_R = 170 - 85 = 85(V)$$

Vậy: $U_{AN} = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = \sqrt{85^2 + 85^2} = 85\sqrt{2}$ (V. *Chọn B*

Ví dụ 5: Cho mạch như hình vẽ :

$L = 318(mH)$, $R = 22,2(\Omega)$ và tụ

C có: $C = 88,5\ (\mu F)$, $f = 50(Hz)$.



Hiệu điện thế hiệu dụng 2 đầu đoạn mạch là $U_{AB} = 220(V)$. Hiệu điện thế hai đầu cuộn dây nhanh pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc 60^0. Tính hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây?

A. 247,2(V) B. 294,4(V) C. 400(V) D. 432(V)

Hướng dẫn giải

Ta có: $L = 318\ (mH) = 0{,}318(H)\ \approx \frac{1}{\pi}(H)$

Cảm kháng của cuộn cảm: $Z_L = 100\ (\Omega)$

Dung kháng của tụ: $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.88,5.10^{-6}} \approx 36(\Omega)$

Vì hiệu điện thế hai đầu cuộn dây nhanh pha hơn i một góc 60^0 nên ta có trong cuộn dây phải có r. Do nếu cuộn dây không có r thì u sẽ nhanh pha hơn i một góc 90^0. Vậy ta có:

$$\tan\varphi_d = \tan\varphi_{AM} = \frac{Z_L}{r} = \tan 60^0 = \sqrt{3} \Rightarrow Z_L = \sqrt{3}.r \Rightarrow r = \frac{Z_L}{\sqrt{3}} = \frac{100}{\sqrt{3}}(\Omega)$$

Mặt khác: $Z_{AB} = \sqrt{(r+R)^2 + (Z_L + Z_C)^2}$

$$= \sqrt{\left(\frac{100}{\sqrt{3}} + 22,2\right)^2 + (100+36)^2} = 86,19(\Omega)$$

Từ đó tính được hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây:

$$U_{AM} = I.Z_{AM} = 2,55.\sqrt{r^2 + \left(Z_L + Z_L^2\right)}$$

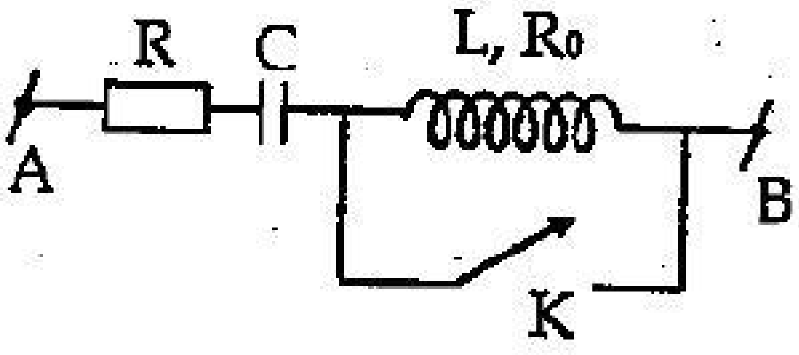
$$= 2,55.\sqrt{\left(\frac{100}{\sqrt{3}}\right)^2 + 100^2} = 294,4(V)$$ *.Chọn B*

Ví dụ 6:

Cho mạch điện như hình vẽ:

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch là:

$U_{AB} = 400(\omega t)$ (V) (Bỏ qua điện trở các dây nối và khóa K). Cho $Z_C = 100\sqrt{3}(\Omega)$.



+) Khi khóa K đóng dòng điện qua R có giá trị hiệu dụng bằng $\sqrt{2}$ (A) và lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với hiệu điện thế.

+) Khi khóa K mở dòng điện qua R có giá trị hiệu dụng bằng $0{,}4\sqrt{2}$ (A) và cùng pha với hiệu điện thế. Tính giá trị R0 của cuộn dây?

A. 400Ω B. 150Ω C. 100Ω D. 200Ω

Hướng dẫn giải

+) Khi khóa K đóng, mạch chỉ còn lại hai phần tử là R và C.

Do đó: $Z_{AB}=\frac{U_{AB}}{I}=\frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=200(V)$

Với $Z_{AB}=\sqrt{R^2+Z_C^2}\Rightarrow R^2+Z_C^2=400.00$ (1)

Mặt khác do U và i lệch pha nhau π/3 nên:

$$\tan\left(-\frac{\pi}{3}\right)=\frac{-Z_C}{R}=-\sqrt{3}\Rightarrow R=\frac{Z_C}{\sqrt{3}}=\frac{100\sqrt{3}}{\sqrt{3}}=100(\Omega)$$

+) Khi khóa K mở, mạch đầy đủ các phần tử như hình vẽ, nên ta có:

$$Z'_{AB}=\frac{U_{AB}}{I'}=\frac{200\sqrt{2}}{0{,}4\sqrt{2}}=500(V)=\sqrt{(R+R_0)^2+(Z_L-Z_C)^2}\quad(2)$$

Lúc này u và i cùng pha nhau nên xảy ra hiện tượng cộng hưởng $Z_L=Z_C$ (3)

Thay (3) vào (2) suy ra: $R+R_0=500$ suy ra $R_0=400$. *Chọn A*

Ví dụ 7: Đặt điện áp $u=U_0\cos100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần $100\sqrt{3}\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Đoạn mạch MB chỉ có tụ điện có điện dung $\frac{10^{-4}}{2\pi}$F. Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AM lệch pha $\frac{\pi}{3}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB. Giá trị của L bằng

A. $\frac{3}{\pi}$H B. $\frac{2}{\pi}$H C. $\frac{1}{\pi}$H D. $\frac{\sqrt{2}}{\pi}$H

Hướng dẫn giải

Ta có dung kháng của tụ: $Z_C=\frac{1}{C\omega}=\frac{1}{\frac{10^{-4}}{2\pi}.100\pi=200}=200\Omega$

Vì u_{AM} sớm pha hơn u_{AB}: $\frac{\pi}{3}$ nên $(\varphi_{AM}-\varphi_{AB})=\frac{\pi}{3}$

Mà: $\tan(\varphi_{AM}-\varphi_{AB})=\dfrac{\tan\varphi_{AM}-\tan\varphi_{AB}}{1+\tan\varphi_{AM}.\tan\varphi_{AB}}=\dfrac{\dfrac{Z_L}{R}-\dfrac{Z_L-Z_C}{R}}{1+\dfrac{Z_L}{R}.\dfrac{Z_L-Z_C}{R}}=\tan\left(\dfrac{\pi}{3}\right)=\sqrt{3}$

Thay các giá trị $R=100\sqrt{3}\ \Omega$ và $Z_C=200\Omega$ vào biểu thức trên ta suy ra

$Z_L=100\Omega\Rightarrow L=\dfrac{1}{\pi}$ (H). *Chọn C*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây mắc nối tiếp với tụ điện. Độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu cuộn dây so với cường độ dòng điện trong mạch là $\dfrac{\pi}{3}$. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện bằng $\sqrt{3}$ lần điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây. Độ lệch pha của điện áp giữa hai đầu cuộn dây so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch trên là

A. 0. B. $\dfrac{\pi}{2}$. C. $-\dfrac{\pi}{3}$. D. $\dfrac{2\pi}{3}$.

Hướng dẫn giải

$\tan\varphi_d=\dfrac{Z_L}{r}=\tan\dfrac{\pi}{3}=\sqrt{3}$

Theo bài ra: $U_C=\sqrt{3}.\sqrt{U_L^2+U_r^2}\Leftrightarrow Z_C^2=3\left(Z_L^2+r^2\right)\Leftrightarrow\begin{cases}Z_L=\sqrt{3}.r\\Z_C=2\sqrt{3}.r\end{cases}$

$\Leftrightarrow\tan\varphi=\dfrac{Z_L-Z_C}{r}=-\sqrt{3}\Leftrightarrow\varphi=-\dfrac{\pi}{3}\Rightarrow\varphi_{cd}-\varphi=\dfrac{2\pi}{3}$. *Chọn D*

Câu 2: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở thuần R, mắc nối tiếp với tụ điện. Biết điện áp giữa hai đầu cuộn dây lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch. Mối liên hệ giữa điện trở thuần R với cảm kháng Z_L của cuộn dây và dung kháng Z_C của tụ điện là

A. $R^2=Z_C(Z_L-Z_C)$. B. $R^2=Z_C(Z_C-Z_L)$.

C. $R^2=Z_L(Z_C-Z_L)$. D. $R^2=Z_L(Z_L-Z_C$..

Hướng dẫn giải

Điện áp giữa hai đầu cuộn dây lệch pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch. Nên ta có: $\tan\varphi_{cd}.\tan\varphi=\dfrac{Z_L}{R}.\dfrac{Z_L-Z_C}{R}=-1\Rightarrow R^2=Z_L\left(Z_C-Z_L\right)$

Chọn C

Câu 3: Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM có điện trở thuần 50Ω mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{\pi}$H, đoạn mạch MB chỉ có tụ điện với điện dung thay đổi được. Đặt điện áp u = $U_0\cos100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB. Điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_1 sao cho điện áp hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch AM. Giá trị của C_1 bằng

A. $\frac{4.10^{-5}}{\pi}F$ B. $\frac{8.10^{-5}}{\pi}F$ C. $\frac{2.10^{-5}}{\pi}F$ D. $\frac{10^{-5}}{\pi}F$

Hướng dẫn giải

Điện áp hai đầu đoạn mạch AB lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch AM nên ta có: $\frac{Z_L - Z_{C1}}{R}.\frac{Z_L}{R} = -1 \Rightarrow Z_{C_1} = 125(\Omega) \Rightarrow C_1 = \frac{8.10^{-5}}{\pi}(F)$ hay

Độ lệch pha giữa điện áp hai đầu đoạn mạch AM và i là: $\tan\varphi_{AM} = \frac{Z_L}{R}$ (1)

Độ lệch pha giữa điện áp hai đầu đoạn mạch AB và i là: $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_{C1}}{R}$ (2).

Theo giả thiết thì $\varphi_{AM} + |\varphi| = \frac{\pi}{2} \to \tan\varphi_{AM}\tan\varphi = -1 \Rightarrow \frac{Z_L(Z_L - Z_{C1})}{R^2} = -1$

$$\Rightarrow Z_{C1} = \frac{R^2}{Z_L} + Z_L = 125\Omega \Rightarrow C_1 = \frac{8.10^{-5}}{\pi}F$$

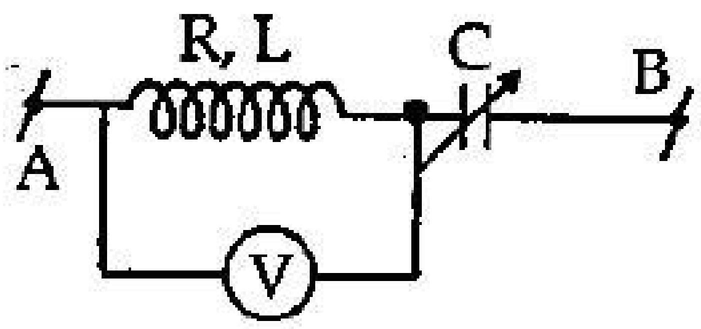
Dạng 12. TOÁN CỰC TRỊ

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Cho mạch điện như hình vẽ:

$U = 120\sqrt{2}.\cos(100\pi t)$ (V); $R = 50$ (Ω);

$L = \frac{1}{25\pi}(H)$, C là tụ điện biến đổi.



Điện trở vôn kế vô lớn cùng. Điều chỉnh C để số chỉ vôn kế lớn nhất. Tìm C và số chỉ vôn kế lúc này?

A. $C = \frac{10^{-2}}{8\pi}(F)$; $U_V = 136(V)$ B. $C = \frac{10^{-2}}{4\pi}(F)$; $U_V = 163(V)$

C. $C = \frac{10^{-2}}{3\pi}(F)$; $U_V = 136(V)$ D. $C = \frac{10^{-2}}{5\pi}(F)$; $U_V = 186(V)$

Hướng dẫn giải

Do vôn kế mắc vào hai đầu cuộn dây nên số chỉ vôn kế là:

$$U_V = U_d = I.Z_d = \frac{U}{Z}.Z_d = \frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}.Z_d$$

Do Z_d không phụ thuộc C nên nó không đổi. Vậy biểu thức trên tử số không đổi. Hay nói cách khác số chỉ vôn kế lớn nhất khi mẫu số bé nhất.

$\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}$ min khi mạch cộng hưởng: $Z_C = Z_L = 8(\Omega)$

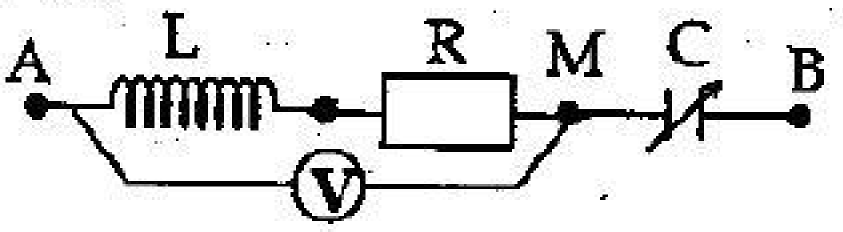
Suy ra: $C = \frac{10^{-2}}{8\pi}(F)$

Và số chỉ vôn kế

$$U_v = I.Z_d = \frac{U}{Z}.Z_d = \frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}.\sqrt{R^2+Z_L^2} = \frac{120.17}{15} = 136(V)$$ *Chọn A*

Ví dụ 2: Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ:

Hiệu điện thế luôn duy trì hai đầu đoạn mạch là: $u_{AB} = 200\cos(100\pi t)(V)$.



Cuộn dây thuần cảm, có $L = \frac{1}{\pi}(H)$; điện trở thuần có $R = 100\Omega$; tụ điện có điện dung C thay đổi được. Vôn kế có điện trở rất lớn. Với giá trị nào của C thì số chỉ vôn kế V là lớn nhất, tìm số chỉ đó.

A. $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F);\ U_{v\max} = 200V$

B. $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}(F);\ U_{v\max} = 110V$

C. $C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}(F);\ U_{v\max} = 220V$

D. $C = \frac{10^{-4}}{\pi}(F);\ U_{v\max} = 230V$

Hướng dẫn giải

Ta có $Z_L = \omega L = 100\Omega$; $R = 100\Omega$; $U = 100\sqrt{2}$ V

Số chỉ vôn kế là: $U_v = U_{AM} = I.Z_{AM} = \frac{U}{Z}\sqrt{R^2+Z_L^2}$

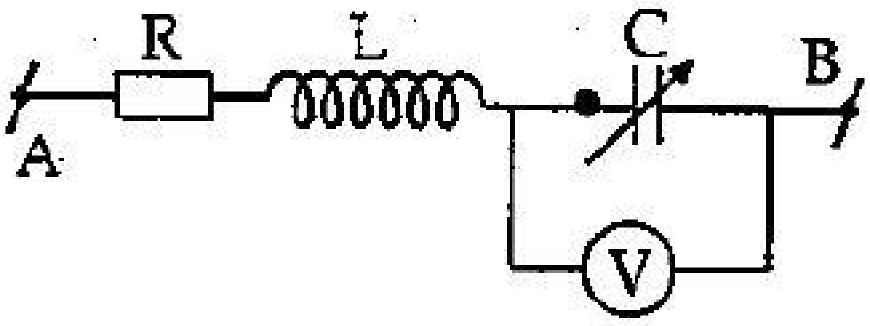
Dễ thấy do U và $\sqrt{R^2+Z_L^2} = 100\sqrt{2}\,\Omega$ không đổi, nên U_{AM} lớn nhất

$\Leftrightarrow$ Z nhỏ nhất $\Leftrightarrow Z_C = Z_L = 100\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{10^{-4}\pi}{\pi}(F)$ và khi đó Z = R

$\Rightarrow U_{v\max} = \frac{U}{R}Z_{AM} = \frac{100\sqrt{2}}{100}100\sqrt{2} = 200V$. *Chọn A*.

* *Nhận xét: Trong bài tập này ta đã áp dụng tính chất cực đại của phân thức đại số khi mẫu số nhỏ nhất, đây cũng là điều kiện cộng hưởng điện mà ta thường gặp.*

Ví dụ 3: Cho mạch điện như hình vẽ:



$U_{AB} = 120(V); f = 50(Hz);$

$R = 40(\Omega); L = \dfrac{3}{10\pi}(H).$

Điện trở vôn kế lớn vô cùng.

Điều chỉnh C để số chỉ vôn kế đạt giá trị lớn nhất.

Tìm Zc và số chỉ vôn kế lúc này?

A. $C = \dfrac{10^{-2}}{8\pi}(F);\ U_V = 136(V)$

B. $C = 3{,}82.10^{-5}(F);\ U_V = 150(V)$

C. $C = \dfrac{10^{-2}}{3\pi}(F);\ U_V = 136(V)$

D. $C = \dfrac{10^{-2}}{5\pi}(F);\ U_V = 186(V)$

Hướng dẫn giải

Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = 30(\Omega)$

Do vôn kế mắc vào hai đầu tụ C nên nó chỉ giá trị hiệu dụng của Uc

Ta có: $U_C = I.Z_C = \dfrac{U_{AB}}{Z_{AB}}.Z_C = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.Z_C$

Do C thay đổi nên chia cả tử và mẫu cho Zc ta có:

$$U_C = \frac{U_{AB}}{\sqrt{\dfrac{R^2 + (Z_L - Z_C)}{Z_C^2}}} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{\dfrac{R^2 + Z_L^2 + Z_C^2 - 2.Z_L.Z_C}{Z_C^2}}}$$

Rút gọn lại ta có: $U_C = \dfrac{U_{AB}}{\sqrt{1 - \dfrac{2.Z_L}{Z_C} + \dfrac{R^2 + Z_L^2}{Z_C^2}}}$

Đặt $x = \dfrac{1}{Z_C} > 0$.

Biểu thức dưới căn tương đương: $\sqrt{1 - 2.Z_L.X + \left(R^2 + Z_L^2\right)X^2}$. Hay:

Đặt $y(X) = \left(R^2 + Z_L^2\right)X^2 - 2.Z_L.X + 1$

Lấy đạo hàm hai vế theo X ta có: $y'(X) = \left(R^2 + Z_L^2\right)X - 2.Z_L$

$y'(X) = 0$ khi: $X = \dfrac{Z_L}{R^2 + Z_L^2}$ thay $x = \dfrac{1}{Z_C} > 0$ vào ta có:

$$\frac{1}{Z_C} = \frac{Z_L}{R^2 + Z_C^2} \Rightarrow Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$$

Nhìn vào bảng biến thiên ta thấy

X	0		$X=\dfrac{Z_L}{R^2+Z_L^2}$		$+\infty$
$y'(X)$		$-$	0	$+$	
$y(X)$		$\searrow$	min	$\nearrow$	

Số chỉ vôn kế cực đại khi:

$$Z_C=\frac{R^2+Z_L^2}{Z_L}=\frac{40^2+30^2}{3}=\frac{250}{3}(\Omega)\Rightarrow C=3{,}82.10^{-5}\,(F)$$

Số chỉ của vôn kế lúc này:

$$U_C=I.Z_C=\frac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}.Z_C=\frac{120.\dfrac{250}{3}}{\sqrt{40^2+\left(30-\dfrac{250}{3}\right)^2}}=150(V)$$

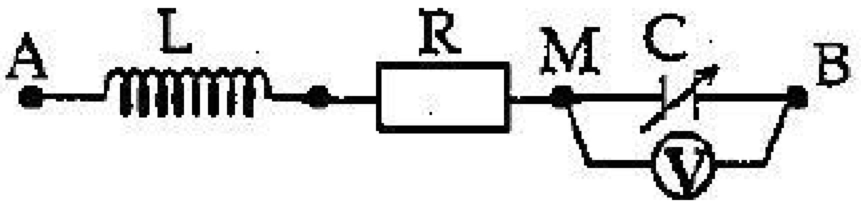
Chọn B

Chú ý: để khảo sát giá trị U_L ta chỉ cần đổi vai trò của Z_L và Z_C cho nhau là được. Cụ thể:

$$Z_L=\frac{R^2+Z_C^2}{Z_C}\ \text{và}\ U_L=I.Z_L=\frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}}.Z_C$$

Ví dụ 4:

Cho mạch điện như hình vẽ: Hiệu điện thế luôn duy trì hai đầu đoạn mạch là



$u_{AB}=100\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$. Cuộn dây thuần cảm, có $L=\dfrac{1}{2\pi}$ (H); điện trở thuần có $R=50\sqrt{3}\,\Omega$; tụ điện có điện dung C thay đổi được. Vôn kế có điện trở rất lớn.

Điều chỉnh C để số chỉ vôn kế cực đại. Tính số chỉ cực đại đó.

A. $U_{vmax}=200V$ B. $U_{vmax}=210V$ C. $U_{vmax}=220V$ D. $U_{vmax}=230V$

Hướng dẫn giải

* *Cách 1:* **giải bằng phương pháp đại số**

Ta có $Z_L=\omega L=50\Omega$; $R=50\sqrt{3}\,\Omega$; $U=100V$

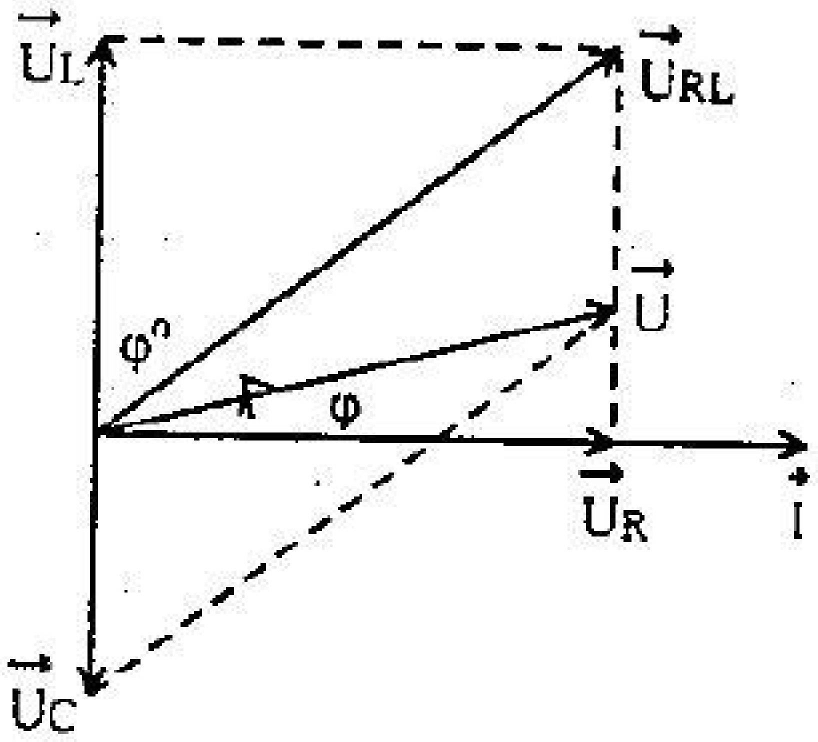
Số chỉ vôn kế là $U_C=I.Z_C=\dfrac{U}{Z}Z_C$

Theo ví dụ trên ta thấy rằng: C thay đổi để U_C lớn nhất khi :

$$Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} = 200\Omega$$

$$U_{C\max} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.Z_C = \frac{100.200}{\sqrt{\left(50\sqrt{3}\right)^2 + (50-100)^2}} = 200(V)$$

* ***Cách 2:* giải bằng phương pháp giản đồ véctơ**



Hiệu điện thế hai đầu mạch được biểu diễn bằng véctơ quay $\vec{U}$ như hình vẽ.

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

gọi φ, φ' là góc lệch pha giữa $\vec{U}_{RL}$ và $\vec{U}$ so với $\vec{I}$.

Theo định lí hàm số sin ta có:

$$\frac{U_c}{\sin(\varphi' - \varphi)} = \frac{U}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi'\right)} \Rightarrow U_C = \frac{\sin(\varphi' - \varphi)}{\cos\varphi'}.U$$

Do L và R không đổi nên φ' = const ⇒ cosφ' = const, và U cũng không đổi, nên khi C biến thiên thì chỉ ϕ thay đổi, Uc cực đại khi sin(φ' – φ) = 1

$\Rightarrow \varphi' - \varphi = \pi/2 \Rightarrow \tan\varphi = -\text{cotan}\varphi' \Leftrightarrow \tan\varphi.\tan\varphi' = -1$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_L}{R}\frac{Z_L - Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \boxed{R^2 + Z_L^2 = Z_L Z_C}$$

Từ đó suy ra: $Z_C = \dfrac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} = 200\Omega$

$$U_{C\max} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}.Z_C = \frac{100.200}{\sqrt{\left(50\sqrt{3}\right)^2 + (50-100)^2}} = 200(V)$$

Chú ý: *Trong trường hợp L thay đổi, tìm điều kiện để hiệu điện thế hai đầu cuôn dây có giá trị cực đại. Cách giải tương tự như bài trên, ta dễ dàng tìm được điều kiện bài toán là:* $\boxed{R^2 + Z_C^2 = Z_L Z_C}$

Ví dụ 5: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 30\sqrt{2}$ V vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp. Biết cuộn dây thuần cảm, có độ cảm L thay đổi được. Khi điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt cực đại thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện là 30V. Giá trị hiệu điện thế hiệu dụng cực đại hai đầu cuộn dây là:

A. 60V B. 120V C. $30\sqrt{2}$ V D. $60\sqrt{2}$ V

Hướng dẫn giải

Khi L thay đổi $U_{L\max}$ khi $Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$ (1) và $U_{L\max} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$

Ta có: $\dfrac{U}{Z} = \dfrac{U_C}{Z_C} \Rightarrow \dfrac{30\sqrt{2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{30}{Z_C} \Rightarrow 2Z_C^2 = R^2 + (Z_L - Z_C)^2$ (2)

Thế (1) vào (2) ta được:

$$R^4 + Z_C^2R^2 - 2Z_C^4 = 0 \Rightarrow R^2 = Z_C^2 \Rightarrow R = Z_C$$

Do đó $U_{L\max} = \dfrac{UR\sqrt{2}}{R} = U\sqrt{2} = 60\,\text{V}$. ***Chọn đáp án A***

Ví dụ 6: Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm L và một tụ điện C mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế xoay chiều: $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$, có U = const nhưng tần số thay đổi. Xác định ω để hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện đạt cực đại.

Hướng dẫn giải

Điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm: $U_L = I.Z_L = \dfrac{U}{Z}Z_L$

$$\Rightarrow U_L^2 = \frac{U^2}{Z^2}Z_L^2 = \frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}Z_L^2 = \frac{U^2}{R^2 + Z_L^2 - 2Z_LZ_C + Z_C^2}Z_L^2$$

Chia tử và mẫu cho $Z_L^2 = \omega^2L^2$, ta có:

$$U_L^2 = \frac{U^2}{\dfrac{1}{\omega^2L^2}\left(R^2 + \omega^2L^2 - 2\dfrac{L}{C} + \dfrac{1}{\omega^2C^2}\right)} = \frac{U^2}{\dfrac{1}{L^2C^2}\dfrac{1}{\omega^4} + \left(\dfrac{R^2}{L^2} - \dfrac{2}{LC}\right)\dfrac{1}{\omega^2} + 1}$$

Đặt: $x = \dfrac{1}{\omega^2} > 0$; $a = \dfrac{1}{L^2C^2}$; $b = \dfrac{R^2}{L^2} - \dfrac{2}{LC}$; $y = ax^2 + bx + 1 \Rightarrow U_L^2 = \dfrac{U^2}{y}$

Ta có: $y' = 2ax + b \Rightarrow y' = 0 \quad x = x_0 = -\dfrac{b}{2a} \Rightarrow x_0$ là điểm cực trị.

Do $y'' = 2a > 0$ nên y đạt cực tiểu khi $x = x_0 = -\dfrac{b}{2a}$ (3)

Ta thấy rằng U_C lớn nhất khi y nhỏ nhất.

Từ điều kiện (3) ta có: $\omega = \sqrt{\dfrac{2}{2LC - R^2C^2}}$ với $R^2 < \dfrac{2L}{C}$.

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, tụ điện và cuộn cảm thuần có độ tự cảm L thay đổi được. Biết dung kháng của tụ điện bằng $R\sqrt{3}$. Điều chỉnh L để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm đạt cực đại, khi đó

A. điện áp giữa hai đầu điện trở lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

B. điện áp giữa hai đầu tụ điện lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

C. trong mạch có cộng hưởng điện.

D. điện áp giữa hai đầu cuộn cảm lệch pha $\frac{\pi}{6}$ so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

Hướng dẫn giải

$$U_{L\max} \text{ khi } Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = \frac{R^2 + 3R^2}{R\sqrt{3}} = \frac{4R}{\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}R}{3}$$

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_c}{R} = \frac{\frac{4\sqrt{3}R}{3} - R\sqrt{3}}{R} = \frac{\sqrt{3}}{3} = \tan\frac{\pi}{6}.\ \textit{Chọn A}$$

Câu 2: Trong giờ thực hành, một học sinh mắc đoạn mạch AB gồm điện trở thuần 40 Ω, tụ điện có điện dung C thay đổi được và cuộn dây có độ tự cảm L nối tiếp nhau theo đúng thứ tự trên. Gọi M là điểm nối giữa điện trở thuần và tụ điện. Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200V và tần số 50 Hz. Khi điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_m thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB đạt giá trị cực tiểu bằng 75 V. Điện trở thuần của cuộn dây là

A. 24 Ω. B. 16 Ω. C. 30 Ω. D. 40 Ω.

Hướng dẫn giải

$$U_{MB} = IZ_{MB} = \frac{U\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{\frac{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}} = \frac{U}{\sqrt{Y}}$$

$U_{MB} = U_{MB\min}$ khi $Y = Y_{\max}$

$$\Rightarrow Y = \frac{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{R^2 + 2Rr + r^2 + (Z_L - Z_C)^2}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$Y = \frac{R^2 + 2Rr}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} + 1 = Y_{max}$ khi $X = \frac{R^2 + 2Rr}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ có giá trị cực đại

$\Rightarrow X = X_{max}$ khi $Z_L = Z_C$. Mạch có cộng hưởng $\Rightarrow U_{MB\,min} = \frac{Ur}{R+r}$

$\Rightarrow 75 = \frac{200r}{40+r} \Rightarrow r = 24\Omega$. ***Chọn đáp án A***

Câu 3: Đặt điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (U không đổi, t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{5\pi}$ H và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Điều chỉnh điện dung của tụ điện để điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại đó bằng $U\sqrt{3}$. Điện trở R bằng

A. $10\ \Omega$ B. $20\sqrt{2}\ \Omega$ C. $10\sqrt{2}\ \Omega$ D. $20\ \Omega$

Hướng dẫn giải

$$\begin{cases} U_C = \frac{U}{R}\sqrt{R^2 + Z_L^2} = U\sqrt{3} \\ Z_L = 20\Omega \end{cases} \Rightarrow R = 10\sqrt{2}\Omega.$$ ***Đáp án C***

Câu 4: Đặt điện áp $u = U_0\cos 2\pi ft$ vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp. Gọi U_R, U_L, U_C lần lượt là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở, giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu tụ điện. Trường hợp nào sau đây, điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch cùng pha với điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở?

A. Thay đổi C để U_{Rmax} B. Thay đổi R để U_{Cmax}

C. Thay đổi L để U_{Lmax} D. Thay đổi f để U_{Cmax}

Hướng dẫn giải

Điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch cùng pha với điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở tức là điện áp tức thời giữa hai đầu mạch cùng pha với cường độ dòng điện. Điều này xảy ra khi trong mạch xảy ra hiện tượng cộng hưởng. Trong 4 đáp án chỉ xảy ra khi C thay đổi để U_{Rmax}. Cụ thể:

Thay đổi C để $U_R = \frac{U.R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$ đạt $U_{Rmax} \Leftrightarrow Z_L = Z_C \rightarrow \varphi = 0$

Chọn A

Câu 5: Trong giờ thực hành, một học sinh mắc đoạn mạch AB gồm điện trở thuần 40 Ω, tụ điện có điện dung C thay đổi được và cuộn dây có độ tự cảm L nối tiếp nhau theo đúng thứ tự trên. Gọi M là điểm nối giữa điện trở thuần và tụ điện. Đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 200V và tần số 50 Hz. Khi điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị C_m thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB đạt giá trị cực tiểu bằng 75 V. Điện trở thuần của cuộn dây là

A. 24 Ω. B. 16 Ω. C. 30 Ω. D. 40 Ω.

Hướng dẫn giải

Ta có: $U_{MB} = I.Z_{MB} = \dfrac{U}{\sqrt{(r+R)^2+(Z_L-Z_C)^2}}.\sqrt{r^2+(Z_L-Z_C)^2}$

$$= \frac{U}{\sqrt{1+\dfrac{R^2+2rR}{r^2+(Z_L-Z_C)^2}}}$$

Vậy khi U_{MBmin} thì mẫu số phải cực đại

$\Rightarrow [r^2+(Z_L-Z_C)^2]_{min} \Rightarrow Z_L - Z_C = 0 \Rightarrow U_{Mbmin} = \dfrac{U.r}{r+R} = \dfrac{200.r}{r+40} = 75 \Rightarrow r = 24\Omega$

Chọn A

Dạng 13. BÀI TOÁN VỀ HỘP KÍN

Phương pháp

a. Phương pháp đại số

B1: Căn cứ *"đầu vào"* của bài toán để đặt ra các giả thiết có thể xảy ra.

B2: Căn cứ *"đầu ra"* của bài toán để loại bỏ các giả thiết không phù hợp.

B3: Giả thiết được chọn là giả thiết phù hợp với tất cả các dữ kiện đầu vào và đầu ra của bài toán.

b. Phương pháp sử dụng giản đồ véctơ trượt.

B1: Vẽ giản đồ véctơ (trượt) cho phần đã biết của đoạn mạch.

B2: Căn cứ vào dữ kiện bài toán để vẽ phần còn lại của giản đồ.

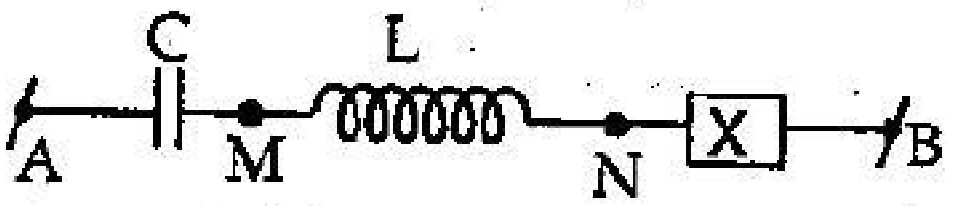
B3: Dựa vào giản đồ véctơ để tính các đại lượng chưa biết, từ đó làm sáng tỏ hộp kín.

* Trong một số tài liệu có viết về các bài toán hộp kín thường sử dụng phương pháp đại số, nhưng theo xu hướng chung thì phương pháp giản đồ véctơ (trượt) cho lời giải ngắn gọn hơn, logic hơn, dễ hiểu hơn.

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1:

Cho mạch điện như hình vẽ:



$U_{AB} = 200\cos 100\pi t(V)$; $Z_C = 100\Omega$; $Z_L = 200\Omega$; $I = 2\sqrt{2}(A)$; $\cos\varphi = 1$; X là đoạn mạch gồm hai trong ba phần tử (R_0, L_0 (thuần), C_0) mắc nối tiếp. Hỏi X chứa những linh kiện gì? Xác định giá trị của các linh kiện đó.

Hướng dẫn giải

Cách 1: dùng phương pháp vecto trượt

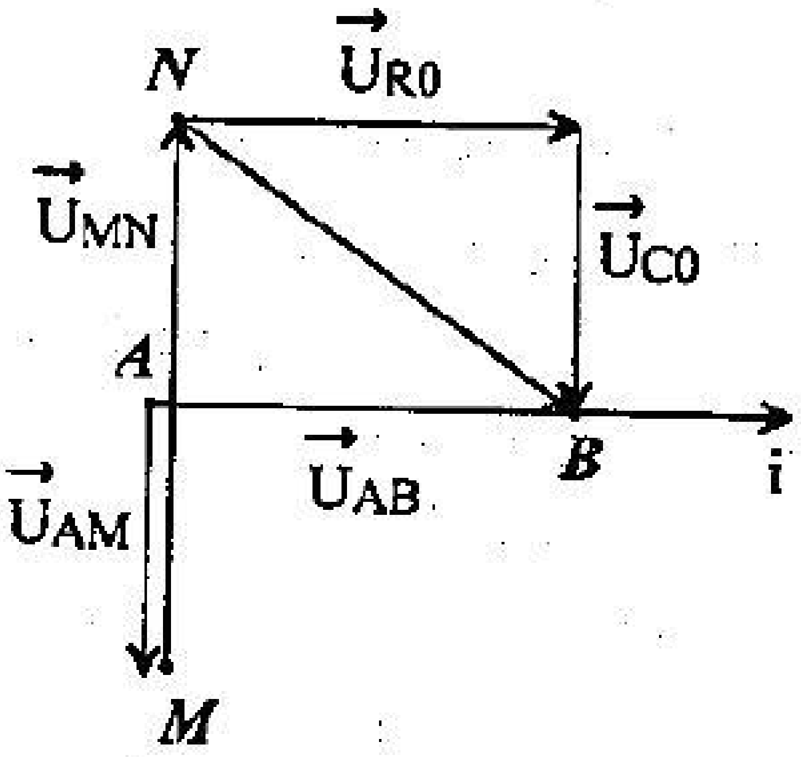
* Theo bài ra $\cos\varphi = 1 \Rightarrow u_{AB}$ và i cùng pha.

$U_{AM} = U_C = 200\sqrt{2}$ (V)

$U_{MN} = U_L = 400\sqrt{2}$ (V)

$U_{AB} = 100\sqrt{2}$ (V)

Giản đồ véc tơ trượt như hình vẽ:



Vì U_{AB} cùng pha so với i nên trên NB (hộp X) phải chứa điện trở R_0 và tụ điện C_0.

+ $U_{R0} = U_{AB} \Leftrightarrow IR_0 = 100\sqrt{2} \Rightarrow R_0 = \dfrac{100\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = 50(\Omega)$

+ $U_{C0} = U_L - U_C \Rightarrow I.Z_{C0} = 200\sqrt{2}$

$$\Rightarrow Z_{C0} = \frac{200\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = 100(\Omega) \Rightarrow C_0 = \frac{1}{100\pi.100} = \frac{10^{-4}}{\pi}(F)$$

Cách 2: dùng phương pháp đại số

* Theo bài $Z_{AB} = \dfrac{100\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = 50(\Omega)$ và $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = 1$

Vì trên AN chỉ có C và L nên NB (trong X) phải chứa R_0, mặt khác:

$R_0 = Z \Rightarrow Z_L$ (tổng) $= Z_C$ (tổng) nên $Z_L = Z_C + Z_{C0}$

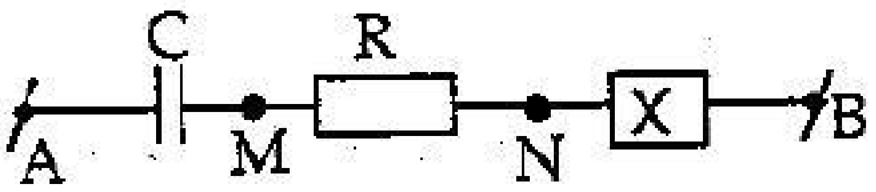
Vậy X có chứa R_0 và C_0

$$\begin{cases} R_0 = Z_{AB} = 50(\Omega) \\ Z_{C_0} = Z_L - Z_C = 200 - 100 = 100(\Omega) \end{cases} \Rightarrow C_0 = \frac{10^{-4}}{\pi}(F)$$

Nhận xét: Trên đây là một bài tập còn khá đơn giản về hộp kín, trong bài này đã cho biết φ và I, chính vì vậy mà giải theo phương pháp đại số có phần dễ dàng. Đối với những bài toán về hộp kín chưa biết φ và I thì giải theo phương pháp đại số sẽ *gặp khó khăn, nếu giải theo phương pháp giản đồ véctơ trượt sẽ thuận lợi hơn rất nhiều. Ví dụ 2 sau đây là một bài toán điển hình.*

Ví dụ 2:

Cho mạch điện như hình vẽ:



$U_{AB} = 120(V)$; $Z_C = 10\sqrt{3}(\Omega)$

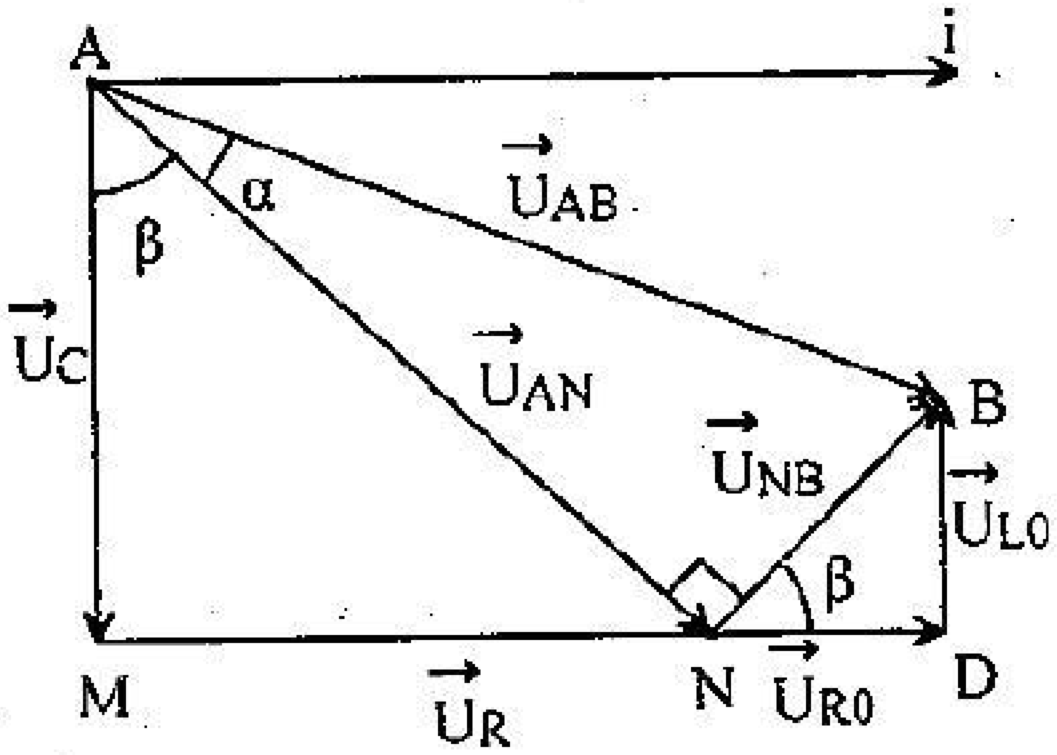
$R = 10(\Omega)$; $u_{AN} = 60\sqrt{6}\cos 100\pi t(v)$; $U_{NB} = 60(v)$

Xác định X. Biết X là đoạn mạch gồm hai trong ba phần tử (R_0, L_0(thuần), C_0) mắc nối tiếp

Hướng dẫn giải

Theo để cho ta có giản đồ véctơ cho đoạn mạch như hình vẽ:

Phần còn lại chưa biết hộp kín chứa gì vì vậy ta giả sử nó là một véctơ bất kỳ tiến theo chiều dòng điện sao cho: NB = 60V, AB = 120V, AN = $60\sqrt{3}$ V



+ Xét tham giác ANB, ta nhận thấy

$AB^2 = AN^2 + NB^2$,

vậy đó là tam giác vuông tại N

$$\tan\alpha = \frac{NB}{AN} = \frac{60}{60\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}$$

Xác định X

Từ giản đồ ta nhận thấy $\overline{NB}$ chéo lên mà trong X chỉ chứa 2 trong 3 phần tử nên X phải chứa R_0 và L_0. Do đó ta vẽ thêm được $\vec{U}_{R_0}$ và $\vec{U}_{L_0}$ như hình vẽ.

+ Xét tam giác vuông AMN: $\tan\beta = \dfrac{U_R}{U_C} = \dfrac{R}{Z_C} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \beta = \dfrac{\pi}{6}$

+ Xét tam giác vuông NDB

$$U_{R_0} = U_{NB}\cos\beta = 60.\frac{\sqrt{3}}{2} = 30\sqrt{3}(V)$$

$$U_{L_0} = U_{NB}\sin\beta = 60.\frac{1}{2} = 30(V)$$

Mặt khác: $U_R = U_{AN}\sin\beta = 60\sqrt{3}.\dfrac{1}{2} = 30\sqrt{3}(v)$

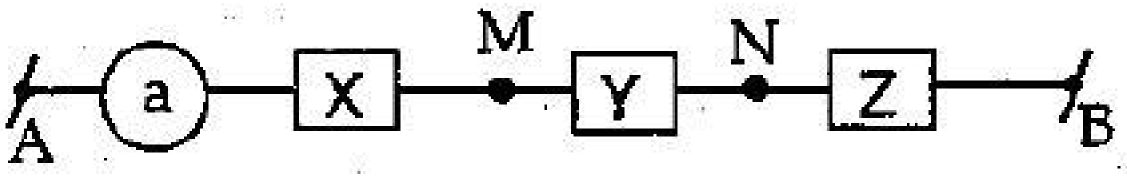
$$\Rightarrow I = \frac{30\sqrt{3}}{10} = 3\sqrt{3}(A)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_O = \dfrac{U_{R_0}}{I} = \dfrac{30\sqrt{3}}{3\sqrt{3}} = 10(\Omega) \\ Z_{L_O} = \dfrac{U_{L_0}}{I} = \dfrac{30}{3\sqrt{3}} = \dfrac{10}{\sqrt{3}}(\Omega) \Rightarrow L_O = \dfrac{10}{100\pi\sqrt{3}} = \dfrac{0,1}{\sqrt{3}\pi}(H) \end{cases}$$

Nhận xét: Đây là bài toán chưa biết trước pha và cường độ dòng điện nên giải theo phương pháp đại số sẽ gặp rất nhiều khó khăn (phải xét nhiều trường hợp, số lượng phương trình lớn ⇒ giải rất phức tạp). Nhưng khi sử dụng giản đồ véc tơ trượt sẽ cho kết quả nhanh chóng, ngắn gọn, ... Tuy nhiên cái khó cho các bạn là ở chỗ nhận biết được tính chất $U_{AB}^2 = U_{AN}^2 + U_{NB}^2$. *Để có sự nhận biết tốt, các bạn phải rèn luyện nhiều bài tập để có kỹ năng giải.*

Ví dụ 3:

Cho mạch điện chứa ba linh kiện ghép nối tiếp: R, L (thuần) và C.



Mỗi linh kiện chứa trong một hộp kín X, Y, Z

Đặt vào hai đầu A, B của mạch điện một hiệu điện thế xoay chiều $u = 8\sqrt{2}\cos 2\pi ft(V)$. Khi f = 50Hz, dùng một vôn kế đo lần lượt được $U_{AM} = U_{MN} = 5V$; $U_{NB} = 4V$; $U_{MB} = 3V$. Dùng oát kế đo công suất mạch được P = 1,6W. Khi f ≠ 50Hz thì số chỉ của ampe kế giảm. Biết $R_A \approx 0$; $R_V \approx \infty$. Mỗi hộp kín X, Y, Z chứa linh kiện gì ?

Phân tích bài toán: *Bài toán này sử dụng tới ba hộp kín, chưa biết I và φ nên không thể giải theo phương pháp đại số, phương pháp giản đồ véctơ trượt là tối ưu cho bài này. Bên cạnh đó các bạn phải phát hiện ra khi f = 50Hz có hiện tượng cộng hưởng điện và một lần nữa bài toán lại sử dụng đến tính chất* $a^2 = b^2 + c^2$ *trong một tam giác vuông.*

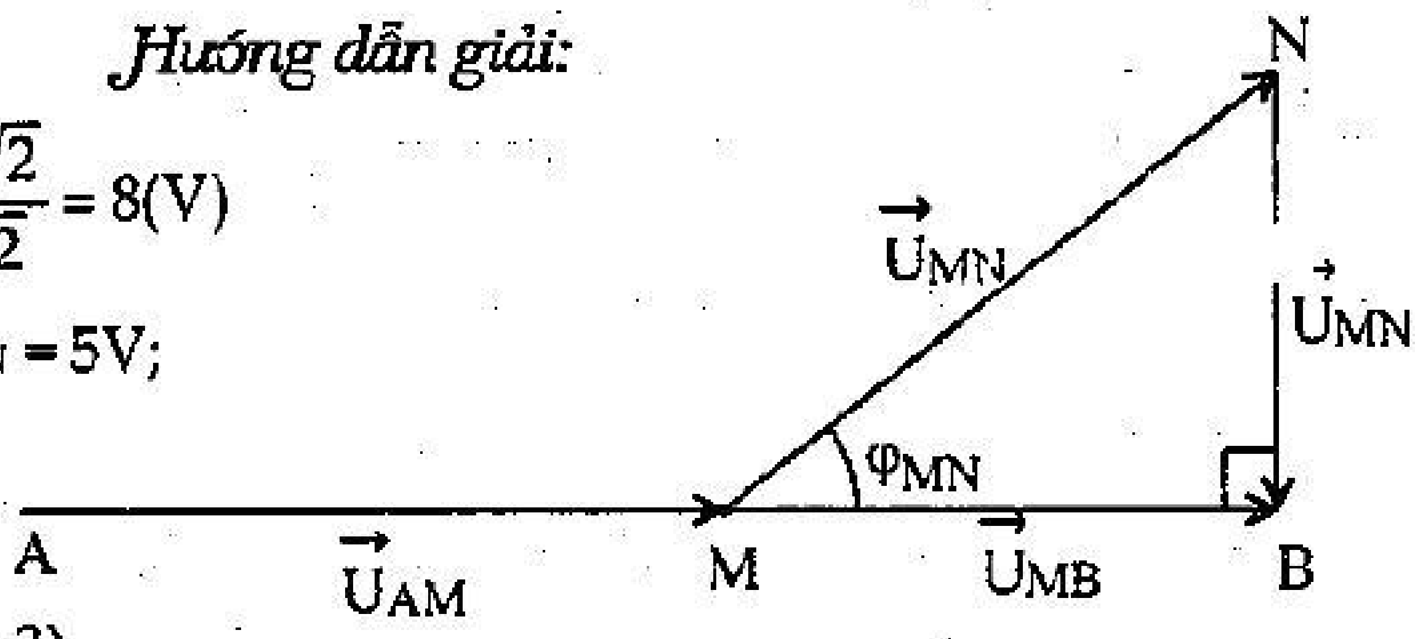
Hướng dẫn giải:

Theo đầu bài: $U_{AB} = \dfrac{8\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 8(V)$

Khi f = 50Hz: $U_{AM} = U_{MN} = 5V$;

$U_{NB} = 4V$; $U_{MB} = 3V$

Nhận thấy:



+ $U_{AB} = U_{AM} + U_{MB}$ $(8 = 5 + 3)$

⇒ ba điểm A, M và B thẳng hàng

+ $U_{MN}^2 = U_{NB}^2 + U_{MB}^2$ $(5^2 = 4^2 + 3^2)$

⇒ Ba điểm M, N, B tạo thành tam giác vuông tại B.

$\Rightarrow$ Giản đồ véctơ của đoạn mạch có dạng như hình vẽ.

Trong đoạn mạch điện không phân nhánh RLC ta có $\overline{U}_C \perp \overline{U}_R$ và $\overline{U}_C$ muộn pha hơn $\overline{U}_R$ $\Rightarrow$ $\overline{U}_{AM}$ biểu diễn hiệu điện thế hai đầu điện trở R (X chứa R) và $\overline{U}_{NB}$ biểu diễn hiệu điện thế hai đầu tụ điện (Z chứa C). Mặt khác $\overline{U}_{MN}$ sớm pha so với $\overline{U}_{AM}$ một góc $\varphi_{MN} < \frac{\pi}{2}$ chứng tỏ cuộn cảm L có điện trở thuần r, $\overline{U}_{MB}$ biểu diễn $\overline{U}_r$ và Y chứa cuộn cảm có độ tự cảm L và điện trở thuần r.

Dạng 14. GIẢI TOÁN DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU BẰNG MÁY TÍNH CASIO f(x) 570ES

1. Tìm nhanh đại lượng chưa biết trong biểu thức

Sử dụng SOLVE của Máy tính Fx 570ES

(COMP: $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{1}$) $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{1}$ Màn hình: Math

Chú ý:

Nhập biến X là phím: $\boxed{\text{ALPHA}}$ $\boxed{)}$ *: màn hình xuất hiện X*

Nhập dấu = là phím : $\boxed{\text{ALPHA}}$ $\boxed{\text{CALC}}$ *:màn hình xuất hiện =*

Chức năng SOLVE: $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{\text{CALC}}$ và sau đó nhấn phím $\boxed{=}$ hiển thị kết quả X=

📖 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Điện áp đặt vào hai đầu một đoạn mạch R, L, C không phân nhánh. Điện áp hiệu dụng hai đầu mạch là 100V, hai đầu cuộn cảm thuần L là 120V, hai bản tụ C là 60V. Điện áp hiệu dụng hai đầu R là:

A. 260V B. 140V C. 80V D. 20V

Hướng dẫn giải

Phương pháp truyền thống

Điện áp ở hai đầu R: Ta có: $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$. Biến đổi ta được ($\Rightarrow$) $U_R^2 = U^2 - (U_L - U_C)^2$. Tiếp tục biến đổi: $U_R = \sqrt{U^2 - (U_L - U_C)^2}$ thế số:

Nhập máy: $\sqrt{100^2 - (120 - 60)^2} = 80V$

Vậy: Điện áp hiệu dụng hai đầu R là: 80V. *Chọn C.*

Phương pháp dùng SOLVE

- Với máy FX570ES: Bấm: $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{1}$

Dùng công thức : $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

- Bấm: $\boxed{100}\ \boxed{x^2}\ \boxed{\text{ALPHA}}\ \boxed{\text{CALC}}$ - $\boxed{\text{ALPHA}}\ \boxed{)}$ X $\boxed{x^2}$
  $\boxed{+}\ \boxed{(}\ \boxed{120}\ \boxed{-}\ \boxed{60}\ \boxed{)}\ \boxed{x^2}$
  Màn hình xuất hiện: $100^2 = X^2 + (120-60)^2$
- Tiếp tục bấm: $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{\text{CALC}}$ SOLVE $\boxed{=}$

Màn hình hiển thị:
X là U_R cần tìm
Vậy : $U_R = 80V$

$100^2 = X^2 + (120-60)^2$
X= 80
L--R = 0

2. Cộng điện áp xoay chiều

Cách 1: Phương pháp giản đồ véc tơ:

Dùng phương pháp tổng hợp dao động điều hoà.

- Ta có: $u_1 = U_{01}\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $u_2 = U_{01}\cos(\omega t + \varphi_2)$
- Thì điện áp tổng trong đoạn mạch nối tiếp:
  $u = u_1 + u_2 = U_{01}\cos(\omega t + \varphi_1) + U_{02}\cos(\omega t + \varphi_2)$
- Điện áp tổng có dạng: $u = U_0\cos(\omega t + \varphi)$
  Với: $U_0^2 = U_{01}^2 + U_{02}^2 + 2.U_{02}.U_{01}.\cos(\varphi_1 - \varphi_2)$;

$$\text{tg}\varphi = \frac{U_{01}\sin\varphi_1 + U_{02}.\sin\varphi_2}{U_{01}\cos\varphi_1 + U_{02}\cos\varphi_2}$$

Cách 2: **Dùng máy tính FX-570ES:**

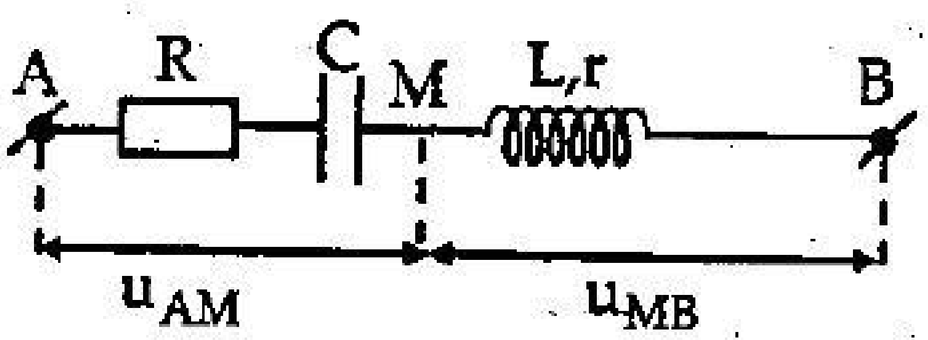
Ví dụ 2: Cho mạch gồm: Đoạn AM chứa: R, C mắc nối tiếp với đoạn MB chứa cuộn cảm L, r. Tìm u_{AB} = ? Biết: $u_{AM} = 100\sqrt{2}s\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V) và $u_{MB} = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V)

A. $u_{AB} = 15\sqrt{6}\cos(200\pi t - \pi/6)(V)$

B. $u_{AB} = 15\sqrt{6}\cos(200\pi t + \pi/6)(V)$

C. $u_{AB} = 15\sqrt{2}\cos(200\pi t - \pi/6)(V)$

D. $u_{AB} = 15\sqrt{6}\cos(200\pi t)(V)$



Hình

Hướng dẫn giải

Cách 1: **Dùng công thức tổng hợp dao động:** $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$

+ $U_{AB}=\sqrt{100^2+100^2+2.100.100.\cos\left(-\frac{\pi}{3}-\frac{\pi}{6}\right)}=100\sqrt{2}(V)\Rightarrow U_{0AB}=200(V)$

+ $\tan\varphi=\dfrac{100\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right)+100\sin\left(\frac{\pi}{6}\right)}{100\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right)+100\cos\left(\frac{\pi}{6}\right)}\Rightarrow\varphi=-\frac{\pi}{12}$

+ Vậy $u_{AB}=100\sqrt{2}\ \sqrt{2}\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{12}\right)$ (V) hay $u_{AB}=200\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{12}\right)$ (V)

Cách 2: Dùng máy tính FX-570ES:

$u_{AB}=u_{AM}+u_{MB}$ **để xác định** U_{0AB} **và** φ**.**

Chọn chế độ máy tính theo **R (Radian):** $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{MODE}\ \boxed{4}$

Nhập máy: $\boxed{100}\boxed{\sqrt{2}}\ \boxed{\blacktriangleright\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\angle\ \boxed{(-\pi/3)}\ \boxed{+}\ \boxed{100}\boxed{\sqrt{2}}\boxed{\blacktriangleright}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\ \angle\boxed{(\pi/6}\ \boxed{=}$

Hiển thị kết quả:

200∠ −π/12. Vậy $u_{AB}=200\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{12}\right)$ (V)

Ví dụ 3: Nếu đặt vào hai đầu một mạch điện chứa một điện trở thuần và một tụ điện mắc nối tiếp một điện áp xoay chiều có biểu thức $u=100\sqrt{2}\cos(\omega t-\frac{\pi}{4})(V)$, khi đó điện áp hai đầu điện trở thuần có biểu thức $u_R=100\cos(\omega t)$ (V). Biểu thức điện áp giữa hai đầu tụ điện sẽ là

A. $u_C=100\cos(\omega t-\frac{\pi}{2})(V)$.

B. $u_C=100\sqrt{2}\cos(\omega t+\frac{\pi}{4})(V)$.

C. $u_C=100\cos(\omega t+\frac{\pi}{4})(V)$.

D. $u_C=100\sqrt{2}\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})(V)$.

Hướng dẫn giải

Với máy FX570ES: Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\ \boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: CMPLX

Chọn chế độ máy tính theo độ **(D):** $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{MODE}\ \boxed{3}$

Ta có: $u=u_R+u_C$ suy ra $u_C=u-u_R$

Nhập máy: $\boxed{100}\boxed{\sqrt{2}}\ \boxed{\blacktriangleright}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\angle\ \boxed{(-45)}\ \boxed{-}\ \boxed{100}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\ \angle\ \boxed{0}\ \boxed{=}$

Hiển thị kết quả : 100∠ −90.

Chuyển qua chế độ Radian : $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{MODE}\ \boxed{4}$ *kết quả hiển thị* **100∠ −π/2**

Vậy $u_C=100\cos\left(\omega t-\frac{\pi}{2}\right)$ (V) . ***Chọn A***

3. Tìm biểu thức hiệu điện thế hay cường độ dòng điện

Ví dụ 4: Cho đoạn mạch xoay chiều có $R = 40\Omega$, $L = \frac{1}{\pi}$(H), $C = \frac{10^{-4}}{0.6\pi}$ (F), mắc nối tiếp điện áp 2 đầu mạch $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V).

Cường độ dòng điện qua mạch là:

A. $i = 2{,}5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(A)

B. $i = 2{,}5\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$(A)

C. $i = 2\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(A)

C. $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(A)

Phân tích:

Các bài toán viết phương trình u, i trong dòng điện xoay chiều có thể giải bằng máy tính casio một cách dễ dàng, cho đáp số chính xác và nhanh nhất. Để giải dạng toán này ta tìm các đại lượng đặc trưng của mạch như: cảm kháng, dung kháng, điện trở, còn riêng tổng trở ta có thể tính theo cách thông thường hay theo máy tính đều được. Sau đó sử dụng dạng định luật Ôm cho giá trị tức thời và sẽ có kết quả. Mời các bạn xem ví dụ sau để rõ hơn về phương pháp này.

Hướng dẫn giải

Theo bài ra ta có:

Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = L.\omega = \frac{1}{\pi}100\pi = 100\Omega$;

Dung kháng của tụ: $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{0{,}6\pi}}$

Và $Z_L - Z_C = 40\Omega$

- **Với máy FX570ES:** Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\ \boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: **CMPLX**
- Bấm $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{\text{MODE}}\ \boxed{\blacktriangledown}\ \boxed{3}\ \boxed{2}$: Cài đặt dạng toạ độ cực:($r\angle\theta$)
- Chọn đơn vị đo góc là Radian (R), bấm: $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{MODE}\ \boxed{4}$ [illegible]n màn hình hiển thị chữ **R.**

Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch theo giá trị tức thời.

Ta có : $i = \frac{u}{\overline{Z}} = \frac{U_0\angle\varphi_u}{(R + (Z_L - Z_C)i} = \frac{100\sqrt{2}\angle 0}{(40 + 40i)}$.

(Phép CHIA hai số phức)

Nhập vào máy: $\boxed{100}\boxed{\sqrt{2}}\ \boxed{\blacktriangleright}\ \boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{(-)}\ \boxed{0}\ \boxed{:}\ \boxed{(}\ \boxed{40}\ \boxed{+}\ \boxed{40}\ \boxed{\text{ENG}}\ i\ \boxed{)}\ \boxed{=}$

Hiển thị: $\frac{5}{2}\angle -\frac{\pi}{4}$

Vậy: Biểu thức tức thời cường độ dòng điện qua mạch là:

$i = 2{,}5\cos(100\pi t - \pi/4)$ (A). *Chọn B*

Ví dụ 5: Một đoạn mạch điện gồm điện trở R = 50Ω mắc nối tiếp với cuộn thuần cảm L = 0,5/π (H). Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t - \pi/4)$ (V). Biểu thức của cường độ dòng điện qua đoạn mạch là:

A. $i = 2\cos(100\pi t - \pi/2)$(A). B. $i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t - \pi/4)$ (A).

C. $i = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (A). D. $i = 2\cos 100\pi t$ (A).

Hướng dẫn giải

$Z_L = L.\omega = \frac{0;5}{\pi}100\pi = 50\Omega$; và $Z_L - Z_C = 50\Omega - 0 = 50\Omega$

$$\text{Ta có}: i = \frac{u}{\overline{Z}} = \frac{U_0\angle\varphi_u}{(R + Z_L i)} = \frac{100\sqrt{2}\angle -45}{(50+50i)}.$$

Nhập $\boxed{100}\boxed{\sqrt{2}}$ $\boxed{\blacktriangleright}$ $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{(-)}$ $\boxed{-45}$ $\boxed{:}$ $\boxed{(}$ $\boxed{50}$ $\boxed{+}$ $\boxed{50}$ $\boxed{\text{ENG}}$ i $\boxed{)}$ $\boxed{=}$

Hiển thị: $2\angle -90$ **chuyển qua Rad** $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{MODE}$ $\boxed{4}$ Hiển thị $2\angle -\frac{\pi}{4}$

Vậy: Biểu thức tức thời cường độ dòng điện qua mạch là:

$i = 2\cos(100\pi t - \pi/2)$ (A). *Chọn A*

Nhận xét: *khi bấm máy tính, theo kinh nghiệm cho thấy: bấm theo đơn vị độ rồi sau đó chuyển về Rad nhanh hơn so với bấm Rad ngay từ đầu. Khi ra kết quả là độ các bạn chỉ cần bấm thêm* $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{MODE}$ $\boxed{4}$ *là xong.*

Sau đây thêm một bài đã từng thi đại học cho các bạn kiểm chứng.

Ví dụ 6: **(ĐH 2009)** Khi đặt hiệu điện thế không đổi 30V vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 1/4π (H) thì cường độ dòng điện 1 chiều là 1A. Nếu đặt vào hai đầu đoạn mạch này điện áp $u = 150\sqrt{2}\cos 120\pi t$ (V) thì biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là:

A. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(A) B. $i = 5\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(A)

C. $i = 5\sqrt{2}\cos\left(120\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$(A) D. $i = 5\cos\left(120\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$(A)

Hướng dẫn giải

Khi đặt hiệu điện thế không đổi (hiệu điện thế 1 chiều) thì đoạn mạch chỉ còn có R: R = U/I = 30Ω

Khi đặt hiệu điện thế xoay chiều, đoạn mạch có cả R và L.

Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = L.\omega = \frac{1}{4\pi}120\pi = 30\Omega$;

Áp dụng định luật Ôm cho giá trị tức thời *(chỉ đúng cho trường số phức)* để tính cường độ dòng điện i và pha của nó.

$$i = \frac{u}{\overline{Z}} = \frac{150\sqrt{2}\angle 0}{(30+30i)}$$

Nhập máy: $\boxed{150}\boxed{\sqrt{2}}\ \boxed{\blacktriangleright}\ \boxed{:}\ \boxed{(}\ \boxed{30}\ \boxed{+}\ \boxed{30}\ \boxed{ENG}\,i\,\boxed{)}\boxed{=}$

Hiển thị: $5\angle -45$ **đổi sang Rad** $\boxed{SHIFT}\ \boxed{MODE}\ \boxed{4}$ Hiển thị $5\angle -\pi/4$

Vậy: Biểu thức tức thời cường độ dòng điện qua mạch là:

$i = 5\cos(120\pi t - \pi/4)$ (A). *Chọn D*

Nhận xét: *Để tránh nhầm lẫn khi sử dụng định luật Ôm cho giá trị tức thời, chúng ta cùng làm bài sau.*

Ví dụ 7: (ĐH 2010)Đặt điện áp $u = U_0\cos\omega t$ vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở thuần R, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp. Gọi i là cường độ dòng điện tức thời trong đoạn mạch; u_1, u_2, u_3 lần lượt là điện áp tức thời giữa hai đầu điện trở, giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu tụ điện. Hệ thức đúng là

A. $i = \frac{u_2}{\omega L}$

B. $i = \frac{u_1}{R}$

C. $i = u_3\omega C$

D. $i = \frac{u}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

Hướng dẫn giải

Định luật ôm cho giá trị tức thời chỉ đúng với đoạn mạch chỉ có R

Vì thế chọn B

Nhận xét: *Giải bằng máy tính, ngoài việc tìm phương trình u,i còn có một độc chiêu nữa mà các bạn cần quan tâm. Giải bằng máy tính có thể giải các bài toán về hộp đen cực nhanh và chính xác. Tuy nhiên không phải bài hộp đen nào máy tính cũng làm được. Sau đây là một số bài toán tìm các phần tử có trong hộp đen được giải quyết bằng máy tính.*

4. Giải bài toán hộp đen

Ví dụ 8: Một hộp kín (đen) chỉ chứa hai trong ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Nếu đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (V) thì cường độ dòng điện qua hộp đen là $I = 2\cos(100\pi t)$(A). Đoạn mạch chứa những phần tử nào? Giá trị của các đại lượng đó?

A. R = 50Ω; Z_L = 50Ω.
B. R = 50Ω; Z_C = 50Ω.
C. Z_C = 50Ω; Z_L = 50Ω.
D. R = 60Ω; Z_L = 60Ω.

Phân tích:

Các bài toán hộp đen nếu đề bài cho phương trình u và i thì máy tính mới làm được tuy nhiên nếu khó hơn chúng ta sử dụng phương pháp đại số, còn khó hơn nữa thì dùng phương pháp vecto trượt. Nếu nắm chắc ba phương pháp này, các bạn có thể có sự lựa chọn tốt nhất nhằm tránh mất thời gian vô ích.

Hướng dẫn giải

- **Với máy FX570ES:** Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: **CMPLX**.
- Chọn đơn vị đo góc là độ **(D)**, bấm: $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{\textit{MODE}}\,\boxed{3}$ trên màn hình hiển thị chữ **D**
- Bấm $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{\blacktriangledown}\,\boxed{3}\,\boxed{1}$: Cài đặt dạng toạ độ đề-các: **(a + bi)**.

+ *nếu a = 0 thì mạch không có R*
+ *nếu b = 0 thì mạch không có cả L và C (hoặc có cả L và C nhưng mạch xảy ra cộng hưởng)*
+ *nếu a > 0 và b > 0 thì mạch có R và L (hoặc có cả R, L, C và mạch có tính cảm kháng).*
+ *nếu a < 0 và b < 0 thì mạch có R và C (hoặc có cả R, L, C và mạch có tính dung kháng).*

Tổng trở theo dạng phức: $\overline{Z} = \dfrac{u}{i} = \dfrac{100\sqrt{2}\angle 45}{(2\angle 0)}$

Nhập: $\boxed{100}\boxed{\sqrt{2}}\,\boxed{\blacktriangleright}\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}\,\boxed{45}\,\boxed{:}\,\boxed{(}\,\boxed{2}\,\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}\,\boxed{0}\,\boxed{)}\boxed{=}$

Hiển thị: **50+50i**

Mà $\overline{Z} = R + (Z_L - Z_C)i$. Suy ra: R = 50Ω; Z_L = 50Ω. Vậy hộp kín (đen) chứa hai phần tử R, L. *Chọn A*

Ví dụ 9: Một hộp kín (đen) chỉ chứa hai trong ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Nếu đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t - \dfrac{\pi}{4})$ (V) thì cường độ dòng điện qua hộp đen là $i = 2\cos(100\pi t)$. Xác định hộp đen

A. R = 100Ω; Z_L = 100Ω.
B. R = 100Ω; Z_C = 100Ω.
C. Z_C = 90Ω; Z_L = 00Ω.
D. R = 120Ω; Z_L = 120Ω.

Hướng dẫn giải

$\overline{Z} = \dfrac{u}{i} = \dfrac{200\sqrt{2}\angle -45}{(2\angle 0)}$;

Nhập $\boxed{200}\boxed{\sqrt{2}}\,\boxed{\blacktriangleright}\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}\,\boxed{-45}\,\boxed{:}\,\boxed{(}\,\boxed{2}\,\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}\,\boxed{0}\boxed{)}\boxed{=}$

Hiển thị: **100-100i**

Mà $\overline{Z} = R + (Z_L - Z_C)i$. Suy ra: $R = 100\Omega$; $Zc = 100\Omega$.

Vậy hộp kín (đen) chứa hai phần tử R, C.

Chọn B

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 1: Điện áp đặt vào hai đầu một đoạn mạch R, L, C không phân nhánh. Điện áp hiệu dụng hai đầu mạch là 100V, hai đầu cuộn cảm thuần L là 120V, hai điện trở thuần R là 60V. Điện áp hiệu dụng hai đầu tụ C là:

A. 260V B. 40V C. 80V D. 20V

Hướng dẫn giải

Phương pháp dùng SOLVE

- Với máy FX570ES: Bấm: $\boxed{\text{MODE}}\ \boxed{1}$

Dùng công thức : $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$

- Bấm: $\boxed{100}\ \boxed{x^2}\ \boxed{\text{ALPHA}}\ \boxed{\text{CALC}}\ = 60\ \boxed{x^2}\ \boxed{+}\ \boxed{(}\ \boxed{120}\ \boxed{-}\ \boxed{\text{ALPHA}}\ \boxed{)}\ X\ \boxed{)}\ \boxed{x^2}$

Màn hình xuất hiện: $100^2 = 60^2 + (120 - X)^2$

- Tiếp tục bấm: $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{\text{CALC}}$ SOLVE $\boxed{=}$

Màn hình hiển thị:

X là Uc cần tìm

Vậy : Uc = 40V

Chọn B

```
100² = 60² + (120 – X)²

X=            40
–R =           0
```

Câu 2: Đoạn mạch AB có điện trở thuần, cuộn dây thuần cảm và tụ điện mắc nối tiếp. M là một điểm trên trên doạn AB với điện áp $u_{AM} = 10\cos 100\pi t$ (V) và $u_{MB} = 10\sqrt{3}\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V). Tìm biểu thức điện áp u_{AB}?

A. $u_{AB} = 20\sqrt{2}\cos(100\pi t)(V)$ B. $u_{AB} = 10\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(V)$

C. $u_{AB} = 20.\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(V)$ D. $u_{AB} = 20.\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(V)$

Chọn D

Hướng dẫn giải

Cách 1: Với máy FX570ES: Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\ \boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: CMPLX

Chọn chế độ máy tính theo độ (D): $\boxed{\text{SHIFT}}\ \boxed{\text{MODE}}\ \boxed{3}$

Tìm u_{AB}? Với $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$

Nhập máy: $\boxed{10}\,\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{(-)}\angle\boxed{0}\,\boxed{+}\,\boxed{10}\boxed{\sqrt{3}}\,\boxed{\blacktriangleright}\,\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{(-)}\angle\boxed{-90}\,\boxed{=}$

Hiển thị kết quả: $20\angle -60$. Vậy $u_{AB} = 20\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V). *Chọn D*

Cách 2: Chọn chế độ máy tính theo Radian (R): $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{MODE}\,\boxed{4}$

Tìm u_{AB}? Với $u_{AB} = u_{AM} + u_{MB}$

Nhập máy: $\boxed{10}\,\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{(-)}\angle\boxed{0}\,\boxed{+}\,\boxed{10}\boxed{\sqrt{3}}\,\boxed{\blacktriangleright}\,\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{(-)}\angle\boxed{(-\pi/2}\,\boxed{=}$

Hiển thị kết quả: $20\angle -\pi/3$. Vậy $u_C = 20\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V) *Chọn D*

Câu 3: Một mạch điện xoay chiều RLC không phân nhánh có $R = 100\Omega$; $C = \frac{1}{\pi}.10^{-4}F$; $L = \frac{2}{\pi}H$. Cường độ dòng điện qua mạch có dạng: $i = 2\sqrt{2}\cos100\pi t$(A). Viết biểu thức điện áp tức thời của hai đầu mạch?

A. $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V)

B. $u = 400\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V)

C. $u = 400.\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (V)

D. $u = 200.\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V)

Hướng dẫn giải

$Z_L = L.\omega = \frac{2}{\pi}100\pi = 200\Omega$; $Z_C = \frac{1}{\omega.C} = 100\Omega$. Và $Z_L - Z_C = 100\Omega$

- Với máy FX570ES: Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: CMPLX
- Bấm $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{\text{MODE}}\,\boxed{\blacktriangledown}\,\boxed{3}\,\boxed{2}$: Cài đặt dạng toạ độ cực:($r\angle\theta$)
- Chọn đơn vị đo góc là độ (D), bấm: $\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{MODE}\,\boxed{3}$ trên màn hình hiển thị chữ D

Ta có: $u = i.\overline{Z} = I_0\angle\varphi_i\ X(R + (Z_L - Z_C)i = 2\sqrt{2} \triangleright \angle 0\ X\ (100 + 100i)$ (Phép NHÂN hai số phức)

Nhập máy: $\boxed{2}\boxed{\sqrt{2}}\,\boxed{\blacktriangleright}\,\boxed{\text{SHIFT}}\,\boxed{(-)}\,\boxed{0}\,\boxed{X}\,\boxed{(}\,\boxed{100}\,\boxed{+}\,\boxed{100}\,\boxed{\text{ENG}}\,i\,\boxed{)}\,\boxed{=}$

Hiển thị: $400\angle 45$

Vậy biểu thức tức thời điện áp của hai đầu mạch:

$u = 400\cos(100\pi t + \pi/4)$ (V). *Chọn C*

Câu 4: Mạch điện xoay chiều gồm một điện trở thuần $R = 50\Omega$, một cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$(H) và một tụ điện có điện dung $C = \frac{2.10^{-4}}{\pi}$(F) mắc nối tiếp. Biết rằng dòng điện qua mạch có dạng $i = 5\cos100\pi t$(A). Viết biểu thức điện áp tức thời giữa hai đầu mạch điện.

A. $u=250\sqrt{2}\cos(100\pi t)\,(V)$ B. $u=250\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(V)$

C. $u=250.\cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)(V)$ D. $u=200.\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{3}\right)(V)$

Hướng dẫn giải

$$Z_L=\omega L=100\pi.\frac{1}{\pi}=100\Omega\,;\ \ Z_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{100\pi\frac{2.10^{-4}}{\pi}}=50\Omega.$$

Và $Z_L-Z_C=50\Omega$

- Với máy FX570ES: Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: CMPLX.
- Bấm $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{\text{MODE}}\ \boxed{\blacktriangledown}\boxed{3}\boxed{2}$: Cài đặt dạng toạ độ cực:($r\angle\theta$)
- Chọn đơn vị đo góc là độ (D), bấm: $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{\mathit{MODE}}\boxed{3}$ trên màn hình hiển thị chữ D

Ta có: $u=i\bar{Z}=I_0\angle\varphi_i\,X(R+(Z_L-Z_C)i\ =5\angle0X(50+50i)$ (Phép **NHÂN** hai số phức)

Nhập máy: $\boxed{5}\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}\ \boxed{0}\ \boxed{X}\ \boxed{(}\ \boxed{50}\ \ \boxed{+}\ \boxed{50}\ \boxed{\text{ENG}}\,i\,\boxed{)}\boxed{=}$ Hiển thị:

$353.55339\angle45=250\sqrt{2}\angle45$

Vậy biểu thức tức thời điện áp của hai đầu mạch:

$u=250\sqrt{2}\cos(100\pi t+\pi/4)\ (V).$

Câu 5: Một hộp kín (đen) chỉ chứa hai trong ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Nếu đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều $u=200\sqrt{6}\cos(100\pi t+\frac{\pi}{6})$ (V) thì cường độ dòng điện qua hộp đen là $i=2\sqrt{2}\cos(100\pi t-\frac{\pi}{6})(A)$. Đoạn mạch chứa những phần tử nào? Giá trị của các đại lượng đó?

A. $R=50\sqrt{3}\ \Omega;\ Z_L=150\Omega$. B. $R=50\sqrt{3}\ \Omega;\ Z_C=150\Omega$.

C. $Z_C=50\Omega;\ Z_L=150\Omega$. D. $R=60\Omega;\ Z_L=160\Omega$.

Hướng dẫn giải

- Với máy FX570ES: Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: CMPLX.
- Chọn đơn vị đo góc là độ (D), bấm : $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{\mathit{MODE}}\boxed{3}$ trên màn hình hiển thị chữ D
- Bấm $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{\text{MODE}}\boxed{\blacktriangledown}\boxed{3}\boxed{1}$: Cài đặt dạng toạ độ đề các: (a + bi).

$$\bar{Z}=\frac{u}{i}=\frac{200\sqrt{6}\angle30}{(2\sqrt{2}\angle-30)}$$

Nhập $\boxed{200}\boxed{\sqrt{6}}$ $\boxed{▶}\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}$ $\boxed{30}$ $\boxed{:}\boxed{(}\boxed{2}\boxed{\sqrt{2}}$ $\boxed{▶}$ $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}$ $\boxed{(-30)}\boxed{=}$

Hiển thị: 86,6 +150i $=50\sqrt{3}$ +150i .Suy ra: $R = 50\sqrt{3}\ \Omega$; $Z_L = 150\Omega$.

Vậy hộp kín chứa hai phần tử R, L. *Chọn A*

Câu 6: Một hộp kín (đen) chỉ chứa hai trong ba phần tử R, L, C mắc nối tiếp. Nếu đặt vào hai đầu mạch một điện áp xoay chiều $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (V) thì cường độ dòng điện qua hộp đen là $I = 2\cos(100\pi t)$(A). Đoạn mạch chứa những phần tử nào? Giá trị của các đại lượng đó?

A. $R = 60\sqrt{3}\ \Omega$; $Z = 150\Omega$.
B. $R = 50\Omega$; $Z_C = 50\Omega$.
C. $Z_C = 150\Omega$; $Z_L = 150\Omega$.
D. $R = 100\Omega$; $Z_L = 100\Omega$.

Hướng dẫn giải

- Với máy FX570ES: Bấm chọn $\boxed{\text{MODE}}\boxed{2}$ trên màn hình xuất hiện chữ: CMPLX.
- Chọn đơn vị đo góc là độ (D), bấm : $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{\textit{MODE}}\boxed{3}$ trên màn hình hiển thị chữ D
- Bấm $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{\text{MODE}}\boxed{▼}\boxed{3}\boxed{1}$: Cài đặt dạng toạ độ đề các: (a + bi).

$$\overline{Z} = \frac{u}{i} = \frac{200\sqrt{2}\angle 45}{(2\angle 0)}:$$

Nhập $\boxed{200}\boxed{\sqrt{2}}$ $\boxed{▶}$ $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}$ $\boxed{45}$ $\boxed{:}\boxed{(}\boxed{2}$ $\boxed{\text{SHIFT}}\boxed{(-)}$ $\boxed{0}$ $\boxed{=}$

Hiển thị: 141.42...$\angle$45 .bấm $\boxed{\text{SHIFT}}$ $\boxed{2}$ $\boxed{4}$ $\boxed{=}$ Hiển thị: 100+100i Hay: $R = 100\Omega$; $Z_L = 100\Omega$. Hộp kín chứa R, L. *Chọn D*

Dạng 15. DẠNG TOÁN VỀ MÁY ĐIỆN

Chủ đề 1. Xác định tần số f của dòng xoay chiều do máy phát điện xoay điện xoay chiều một pha phát ra.

Phương pháp

1/ Tính tần số dòng điện khi biết rôto của máy phát điện có p cặp cực , tần số quay là n:

* Nếu n tính bằng vòng/s thì $f = n.p$

* Nếu n tính bằng vòng/phút thì $f = n.p/60$

Chú ý: Số cặp cực p = nửa tổng số cực (bắc và nam)

2/ Tính tần số khi biết suất điện động xoay chiều (E hoặcE_0)

Áp dụng: $E_0 = NBS\omega$ với $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{E_0}{2\pi NBS} = \frac{E\sqrt{2}}{2\pi NBS}$

Chú ý:

* Thông thường rôto của máy có p cặp cực (bắc + nam) thì stator phần ứng có k = 2p cuộn dây nối tiếp. Nếu mỗi cuộn N_1 vòng thì có k cuộn dây sẽ có $N = k.N_1$ vòng dây.

Rôto có p cặp cực thì tốc độ quay giảm p lần. Nhưng trong biểu thức từ thông $\Phi = NBS\cos\alpha$ đặt $\Phi_o = NBS$ với $\alpha = (\overline{B};\overline{n}) = \omega t + \alpha_0$

$\Rightarrow \Phi = \Phi_0\cos(\omega t + \alpha_0)$ và trong biểu thức suất điện động $e = E_0\sin(\omega t + \alpha_0)$ với $E_0 = NBS\omega = \Phi_0\omega$ thì vẫn dùng $\omega = 2\pi f$.

CÁC VÍ DỤ:

Ví dụ 1: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần cảm là rôto gồm 12 cặp cực (12 cực nam và 12 cực bắc). Rôto quay với tốc độ 200 vòng/phút. Tần số của suất điện động cảm ứng do máy phát ra là:

A. f = 35Hz B. f = 40Hz C. f = 45Hz D. f = 50Hz

Hướng dẫn giải:

Áp dụng công thức: $f = \frac{pn}{60} = \frac{12.200}{60} = 40\text{Hz}$. *Chọn B*

Ví dụ 2: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần cảm là rôto gồm 8 cặp cực (8 cực nam và 8 cực bắc). Tần số của suất điện động cảm ứng do máy phát ra bằng 50 Hz thì rôto phải quay với tốc độ bằng bao nhiêu?

A. n = 375 vòng/phút B. n = 350 vòng/phút

C. n = 365 vòng/phút D. n = 355 vòng/phút

Hướng dẫn giải

Tốc độ quay của rôto khi tần số của suất điện động là 50 Hz

Áp dụng công thức: $f = \frac{pn}{60} \Rightarrow n = \frac{60f}{p} = \frac{60.50}{8} = 375$ vòng/phút. *Chọn A*

Ví dụ 3: Một máy phát điện xoay chiều có điện trở trong không đáng kể. Mạch ngoài là cuộn cảm thuần nối tiếp với ampe kế nhiệt có điện trở nhỏ. Khi rôto quay với tốc độ góc 25rad/s thì ampe kế chỉ 0,1A. Khi tăng tốc độ quay của rôto lên gấp đôi thì ampe kế chỉ:

A. 0,1 A. B. 0,05 A. C. 0,2 A. D. 0,4 A.

Hướng dẫn giải

Suất điện động hiệu dụng xuất hiện trong máy $E = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$

Cường độ hiệu dụng dòng điện qua cuộn dây: $I = \dfrac{E}{Z_L} = \dfrac{NBS\omega}{\omega L} = \dfrac{NBS}{L}$

I không phụ thuộc tốc độ góc ω nên $I = 0{,}1$ A. *Chọn A*

Ví dụ 4: Nối hai cực của một máy phát điện xoay chiều một pha vào hai đầu đoạn mạch AB gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần. Bỏ qua điện trở các cuộn dây của máy phát. Khi roto của máy quay đều với tốc độ n vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là 1A. Khi roto của máy quay đều với tốc độ 3n vòng/phút thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là $\sqrt{3}$ A. Nếu roto của máy quay đều với tốc độ 2n vòng/phút thì cảm kháng của đoạn mạch AB là

A. $\dfrac{R}{\sqrt{3}}$ B. $R\sqrt{3}$ C. $\dfrac{2R}{\sqrt{3}}$ D. $2R\sqrt{3}$

Hướng dẫn giải

Điện áp đặt vào hai đầu mạch $U = E = \dfrac{NBS.2\pi f}{\sqrt{2}}$.

Tần số dòng điện do máy phát ra: $f = \dfrac{pn}{60}$

Khi tốc độ quay của roto là n vòng/phút:

$$f_1 = \frac{pn}{60}\ ;\ U_1 = \frac{NBS.2\pi f_1}{\sqrt{2}} \Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{Z_1} = \frac{U_1}{\sqrt{R + Z_{L1}^2}} = 1$$

Khi tốc độ quay của roto là 3n vòng/phút:

$$f_2 = 3\frac{pn}{60} = 3f_1 \Rightarrow \begin{cases} U_2 = 3U_1 \\ Z_{L2} = 3Z_{L1} \end{cases} \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{Z_2} = \frac{3U_1}{\sqrt{R + Z_{L2}^2}} = \frac{3U_1}{\sqrt{R + 9Z_{L1}^2}} = \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \frac{3U_1}{\sqrt{R + 9Z_{L1}^2}} = \sqrt{3}\frac{U_1}{\sqrt{R + Z_{L1}^2}} \Rightarrow Z_{L1} = \frac{R}{\sqrt{3}}$$

Khi tốc độ quay của roto là 2n vòng/phút:

$$f_3 = 2\frac{pn}{60} = 2f_1 \Rightarrow Z_{L2} = 2Z_{L1} = 2\frac{R}{\sqrt{3}} \Rightarrow \text{Đáp án C}$$

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần cảm là rôtô và số cặp cực là p. Khi rôtô quay đều với tốc độ n (vòng/s) thì từ thông qua mỗi cuộn dây của stato biến thiên tuần hoàn với tần số (tính theo đơn vị Hz) là

A. $\dfrac{pn}{60}$ B. $\dfrac{n}{60p}$ C. 60pn D. pn

Hướng dẫn giải

Theo đề bài: Tốc độ quay của roto có đơn vị vòng/giây

Nên tần số được tính theo công thức: $f = pn$. *Chọn đáp án D*

Câu 2: Một máy phát điện xoay chiều một pha có 4 cặp cực. Biểu thức của suất điện động do máy phát ra là: $e = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t - 0,5\pi)$ (V). Tính tốc độ quay của rôto theo đơn vị vòng/phút.

A. n = 475 vòng/phút B. n = 750 vòng/phút

C. n = 765vòng/phút D. n = 655 vòng/phút

Hướng dẫn giải

Tần số của máy phát điện: $f = \dfrac{\omega}{2\pi} = 50$ Hz

Áp dụng công thức: $f = \dfrac{pn}{60} \Rightarrow n = \dfrac{60f}{p} = \dfrac{60.50}{4} = 750$ vòng/phút. *Chọn B*

Câu 3: Một máy phát điện xoay chiều một pha có phần ứng gồm bốn cuộn dây giống nhau mắc nối tiếp. Suất điện động xoay chiều do máy phát sinh ra có tần số 50 Hz và giá trị hiệu dụng $200\sqrt{2}$ V. Từ thông cực đại qua mỗi vòng của phần ứng là $\dfrac{5}{\pi}$mWb. Số vòng dây trong mỗi cuộn dây của phần ứng là

A. 71 vòng. B. 200 vòng. C. 100 vòng. D. 400 vòng.

Hướng dẫn giải

Tần số góc: $\omega = 2\pi f = 100\pi$ rad/s

Theo đề bài, từ thông cực đại qua mỗi vòng của phần ứng là:

$$\Phi = BS = \frac{5}{\pi}\text{mWb} = \frac{5.10^{-3}}{\pi}\text{Wb}$$

Suất điện động cực đại do máy phát ra:

$$E_0 = \omega NBS = E\sqrt{2} = 200\sqrt{2}.\sqrt{2} = 400V$$

Số vòng dây trong 4 cuộn dây: $N = \dfrac{E_0}{\omega BS} = \dfrac{400}{100\pi.\dfrac{5.10^{-3}}{\pi}} = 800$

Số vòng dây trong mỗi cuộn: $N_1 = \dfrac{N}{4} = \dfrac{800}{4} = 200$. *Chọn B*

Chủ đề 2. MÁY BIẾN THẾ

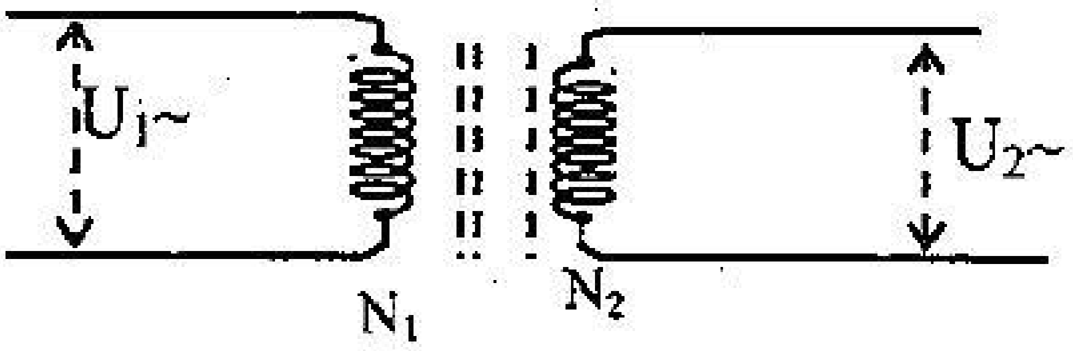
Phương pháp

1. Trường hợp mạch thứ cấp hở (không tải)

Lúc đó : $I_2 = 0$.

Áp dụng:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow U_2 = \frac{U_1 N_2}{N_1}$$



2. Trường hợp mạch thứ cấp kín (có tải)

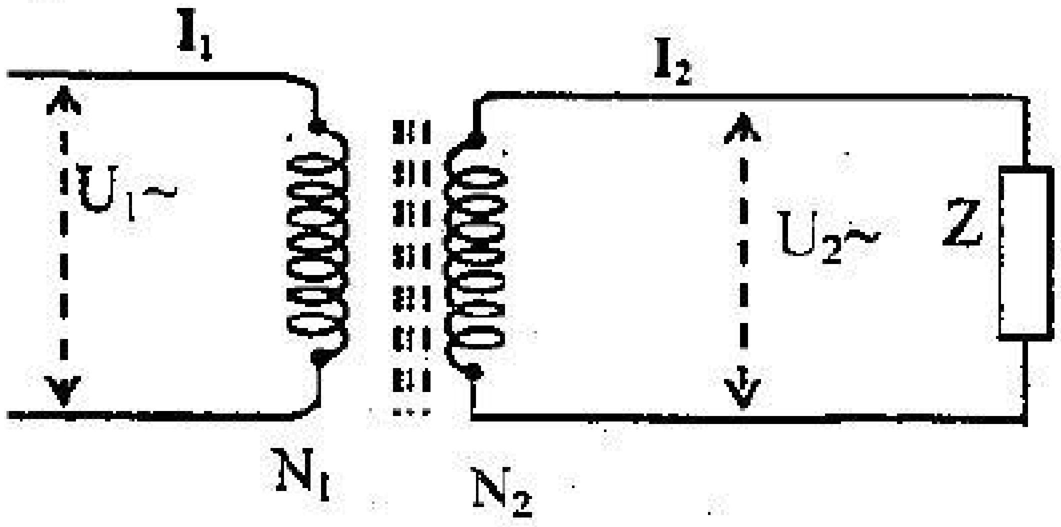
* Khi hiệu suất của máu biến thế H = 1:

Ta có : $P_1 = P_2 \Leftrightarrow U_1 I_1 = U_2 I_2$

(giả sử $\varphi_1 = \varphi_2$)

$$\Leftrightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} \text{ mà } \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$



* Khi hiệu suất của máy biến thế $H<1$:

Ta có : $H = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2}{U_1}\frac{I_2}{I_1}$ (1)

Biết rằng hiệu suất máy biến thế H chi ảnh hưởng lên cường độ dòng điện, nên ta luôn có: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow U_2 = \frac{U_1 N_2}{N_1}$

Vậy từ (1) $\Rightarrow H = \frac{N_2}{N_1}\frac{N_2}{I_1} \Rightarrow I_2 = HI_1\frac{N_1}{N_2}$

CÁC VÍ DỤ:

Ví dụ 1: Một máy biến thế có cuộn sơ cấp 1000 vòng dây được mắc vào mạng điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng 220V. Khi đó hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 484 V. Bỏ qua mọi hao phí của máy biến thế. Số vòng dây của cuộn thứ cấp là:

A. 1100. B. 2200. C. 2500. D. 2000.

Hướng dẫn giải

Áp dụng công thức của máy biến thế:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_2 = \frac{U_2}{U_1}.N_1 = \frac{484}{220}.1000 = 2200 \text{ (vòng)}$$

Ví dụ 2: Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100V. Ở cuộn thứ cấp, nếu giảm bớt n vòng dây thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của nó là U, nếu tăng thêm n vòng dây thì điện áp đó là 2U. Nếu tăng thêm 3n vòng dây ở cuộn thứ cấp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của cuộn này bằng

A. 100 V B. 200 V C. 220 V D. 110 V

Hướng dẫn giải

Theo đề bài thì U_1, N_1 không đổi

Điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp khi chưa quấn thêm hay giảm bớt:

+) $U_2 = U_1\dfrac{N_2}{N_1} = 100$

Điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp khi giảm bớt n vòng và quấn thêm n vòng là:

+) $$\begin{cases} U = \dfrac{U_1}{N_1}(N_2 - n) \\ 2U = \dfrac{U_1}{N_1}(N_2 + n) \end{cases} \Rightarrow n = \frac{N_2}{3}$$

Điện áp ở hai đầu cuộn thứ cấp khi quấn thêm 3n vòng:

$\Rightarrow U_2' = \dfrac{U_1}{N_1}(N_2 + 3n) = 200\ \text{V} \Rightarrow$ ***đáp án B***

Ví dụ 3: Một học sinh quấn một máy biến áp với dự định số vòng dây của cuộn sơ cấp gấp hai lần số vòng dây của cuộn thứ cấp. Do sơ suất nên cuộn thứ cấp bị thiếu một số vòng dây. Muốn xác định số vòng dây thiếu để quấn tiếp thêm vào cuộn thứ cấp cho đủ, học sinh này đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi, rồi dùng vôn kế xác định tỉ số điện áp ở cuộn thứ cấp để hở và cuộn sơ cấp. Lúc đầu tỉ số điện áp bằng 0,43. Sau khi quấn thêm vào cuộn thứ cấp 24 vòng dây thì tỉ số điện áp bằng 0,45. Bỏ qua mọi hao phí trong máy biến áp. Để được máy biến áp đúng như dự định, học sinh này phải tiếp tục quấn thêm vào cuộn thứ cấp bao nhiêu vòng dây?

A. 40 vòng B. 84 vòng C. 100 vòng D. 60 vòng

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức máy biến áp: $\dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{N_2}{N_1}$

⇒ Tỉ số điện áp cũng chính là tỉ số cuộn dây của cuộn thứ cấp so với sơ cấp.

Tỉ số điện áp của cuộn thứ cấp so với cuộn sơ cấp lúc đầu: $\frac{N_2}{N_1} = 0,43$ (1)

Tỉ số điện áp của cuộn thứ cấp so với cuộn sơ cấp khi quấn thêm 24 vòng vào cuộn thứ cấp: $\frac{N_2 + 24}{N_1} = 0,45$ (2)

Từ (1) và (2) ta tìm được: $\begin{cases} N_1 = 1200 \\ N_2 = 516 \end{cases}$

Tỉ số điện áp của cuộn thứ cấp so với cuộn sơ cấp theo dự định:

$$\frac{N_2 + \Delta N}{N_1} = 0,5 \Rightarrow \Delta N = 0,5.N_1 - N_2 = 0,5.1200 - 516 = 84$$

Do đã quấn 24 vòng nên số vòng tiếp tục quấn thêm là 84 – 24 = 60. *Chọn D*

Ví dụ 4: Một người định quấn một máy hạ áp từ điện áp $U_1 = 220$ (V) xuống $U_2 = 110$ (V) với lõi không phân nhánh, xem máy biến áp là lí tưởng, khi máy làm việc thì suất điện động hiệu dụng xuất hiện trên mỗi vòng dây là 1,25 Vôn/vòng. Người đó quấn đúng hoàn toàn cuộn thứ cấp nhưng lại quấn ngược chiều những vòng cuối của cuộn sơ cấp. Khi thử máy với điện áp $U_1 = 220$V thì điện áp hai đầu cuộn thứ cấp đo được là 121(V). Số vòng dây bị quấn ngược là:

A. 9 B. 8 C. 12 D. 10

Hướng dẫn giải

Gọi số vòng các cuộn dây của máy biến áp theo đúng yêu cầu là N_1 và N_2

Ta có $\frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{110} = 2 \Rightarrow N_1 = 2N_2$ với $N_1 = 220/1,25 = 176$ vòng

Gọi n là số vòng dây bị cuốn ngược. Khi đó ta có

$$\frac{N_1 - 2n}{N_2} = \frac{220}{121} \Rightarrow \frac{N_1 - 2n}{\frac{N_1}{2}} = \frac{220}{121} \Rightarrow \frac{N_1 - 2n}{N_1} = \frac{110}{121}$$

$$121(N_1 - 2n) = 110N_1 \Rightarrow n = 8 \text{ vòng.}$$

Chọn B

Chú ý: Khi cuộn sơ cấp bị cuốn ngược n vòng thì suất điện động cảm ứng xuất hiện ở các cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là

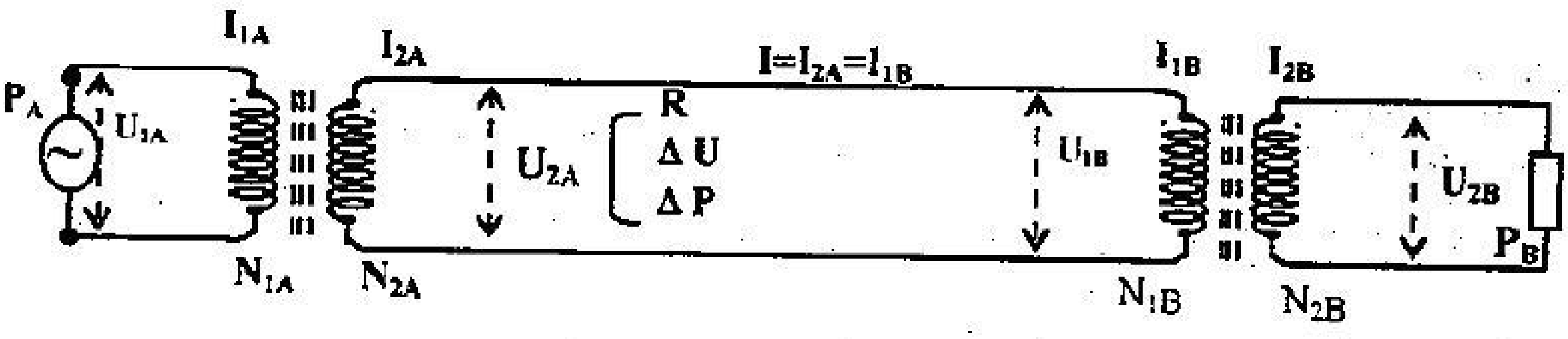
$$e_1 = (N_1 - n)e_0 - ne_0 = (N_1 - 2n)\ e_0$$

Với e_0 suất điện động cảm ứng xuất hiện ở mỗi vòng dây: $e_2 = N_2 e_0$

Do đó $\frac{N_1 - 2n}{N_2} = \frac{e_1}{e_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow \frac{N_1 - 2n}{N_2} = \frac{220}{121}$

Chủ đề 3. Truyền tải điện năng đi xa.

Phương pháp



I_{1A}
I_{2A}
$I=I_{2A}=I_{1B}$
I_{1B}
I_{2B}
P_A
U_{1A}
U_{2A}
R
ΔU
ΔP
U_{1B}
U_{2B}
P_B
N_{1A}
N_{2A}
N_{1B}
N_{2B}

Nơi sản xuất A: $\frac{U_{2A}}{U_{1A}}=\frac{I_{2A}}{I_{1A}}=\frac{N_{1A}}{N_{1A}}$ và $P_A=U_{1A}.I_{1A}=U_{2A}.I_{2A}$

KHI TRUYỀN TẢI:

- Cường độ dòng điện: $I=I_{2A}=I_{1B}$
- Điện trở 2 dây: $R=\rho\frac{2l}{s}$ (với $l=AB$)
- Độ giảm thế: $\Delta U_{AB}=U_{2A}-U1B=IR$
- Công suất hao phí: $\Delta P=P_A-P_B=RI^2$

NƠI SỬ DỤNG B

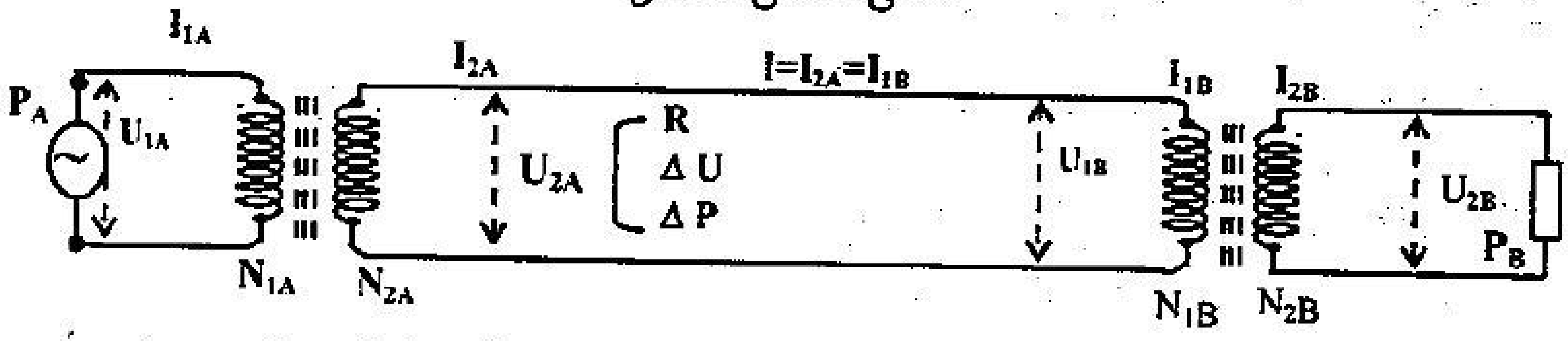
$\frac{U_{2B}}{U_{1B}}=\frac{I_{2B}}{I_{1B}}=\frac{N_{1B}}{N_{1B}}$ và $P_B=U_{1B}.I_{1B}=U_{2B}.I_{2B}$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Điện năng được tải từ trạm tăng áp tới trạm hạ áp bằng đường dây tải điện một pha có điện trở R = 30Ω. Biết điện áp ở hai đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp của máy hạ áp lần lượt là 2200 V và 220V, cường độ dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp của máy hạ áp là 100A. Bỏ qua tổn hao năng lượng ở các máy biến áp. Điện áp ở hai cực trạm tăng áp có giá trị? Coi hệ số công suất bằng 1.

A. 2500V B. 1500 V C. 2200 V D. 220V

Hướng dẫn giải



I_{1A}
I_{2A}
$I=I_{2A}=I_{1B}$
I_{1B}
I_{2B}
P_A
U_{1A}
U_{2A}
R
ΔU
ΔP
U_{1B}
U_{2B}
P_B
N_{1A}
N_{2A}
N_{1B}
N_{2B}

Áp dụng công thức về máy biến thế, ta có cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp của máy hạ áp: $I_{1B}=\frac{U_{2B}I_{2B}}{U_{1B}}=\frac{220.100}{2200}=10A$

Độ giảm thế: $\Delta U_{AB}=RI_{1B}=30.10=300V$

Điện thế ở hai cực tăng áp: $U_{2A}=U_{1B}+\Delta U_{AB}=2200+300=2500V$

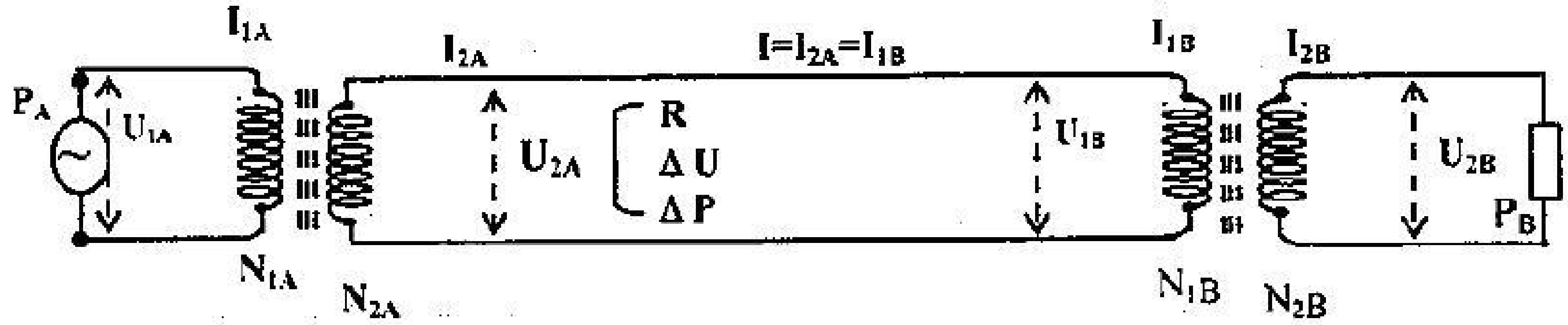
Chọn A

Ví dụ 2: Từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ là hai máy biến áp. Máy tăng áp A có hệ số biến đổi $K_A=\frac{1}{20}$, máy hạ áp B có hệ số biến đổi $K_B=15$. Dây tải điện giữa hai biến áp có điện trở tổng cộng R = 10 Ω. Bỏ qua hao phí trong hai biến áp và giả sử đường dây có hệ số công suất là cosφ = 1. Để đảm bảo nơi tiêu thụ, mạng điện 120 V – 36 kW hoạt động bình thường thì nơi sản xuất điện năng phải có I_{1A} và U_{1A} bằng bao nhiêu?

A. 400A và 100V　　B. 90A và 150 V

C. 10A và 2200 V　　D. 4A và 220V

Hướng dẫn giải



Nơi tiêu thụ (B), ta có :

Hiệu điện thế ở cuộn thứ cấp của máy hạ áp B: $U_{2B}=120$ V

Cường độ dòng điện ở cuộn thứ cấp của máy hạ áp B: $I_{2B}=\frac{P_B}{U_{2B}}=300$ A

Hiệu điện thế ở cuộn sơ cấp của máy hạ áp B: $U_{1B}=K_B.U_{2B}=1800$ V.

Cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp của máy hạ áp B: $I_{1B}=\frac{I_{2B}}{K_B}=20$ A.

Nơi sản xuất (A), ta có:

Cường độ dòng điện ở cuộn thứ cấp của máy tăng áp A: $I_{2A}=I_{1B}=20$ A;

Cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp của máy tăng áp A: $I_{1A}=\frac{I_{2A}}{K_A}=400$ A.

Hiệu điện thế ở cuộn thứ cấp của máy tăng áp A:

$U_{2A}=U_{1B}+I_{1B}R=1800+20.10=2000$ V

Hiệu điện thế ở cuộn sơ cấp của máy tăng áp A:

$U_{1A}=K_AU_{2A}=100$ V. $U_{1A}=K_AU_{2A}=\frac{1}{20}.2000=100$ V . *Chọn A*

Ví dụ 3: Điện áp giữa 2 cực của máy phát điện cần tăng lên bao nhiêu lần để công suất hao phí giảm 100 lần với điều kiện công suất truyền đến tải tiêu thụ không đổi và khi chưa tăng thì độ giảm điện áp trên đường dây bằng 15% điện giữa hai cực máy phát. Coi cường độ dòng điện luôn cùng pha với điện áp.

A. 10 lần B. 8,515 lần. C. 10,515 lần. D. Đáp án khác

Hướng dẫn giải

Gọi P là công suất nơi tiêu thụ, R điện trở đường dây

Công suất hao phí khi chưa tăng điện áp

$\Delta P_1 = P_1^2\dfrac{R}{U_1^2}$ Với $P_1 = P + \Delta P_1$; $P_1 = I_1.U_1$

Công suất hao phí khi tăng điện áp: $\Delta P_2 = P_2^2\dfrac{R}{U_2^2}$ với $P_2 = P + \Delta P_2$.

Độ giảm điện áp trên đường dây khi chưa tăng điện áp

$$\Delta U = I_1R = 0{,}15U_1 \Rightarrow R = \frac{0{,}15U_1^2}{P_1}$$

Lập tỉ số công suất hao phí khi chưa tăng điện áp và khi tăng áp:

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{P_1^2}{P_2^2}\frac{U_2^2}{U_1^2} = 100 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 10\frac{P_2}{P_1}$$

$P_1 = P + \Delta P_1$

$P_2 = P + \Delta P_2 = P + 0{,}01\Delta P_1 = P + \Delta P_1 - 0{,}99\Delta P_1 = P_1 - 0{,}99\Delta P_1$

Mặt khác $\Delta P_1 = 0{,}15P_1$ vì

$$\Delta P_1 = P_1^2\frac{R}{U_1^2} = P_1^2\frac{\dfrac{0{,}15U_1^2}{P_1}}{U_1^2} = 0{,}15P_1$$

Do đó: $\dfrac{U_2}{U_1} = 10\dfrac{P_2}{P_1} = 10\dfrac{P_1 - 0{,}99\Delta P_1}{P_1} = 10\dfrac{P_1 - 0{,}99.0{,}15P_1}{P_1} = 8{,}515$

Vậy $U_2 = 8{,}515\ U_1$. *Chọn B*

BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Điện năng từ một trạm phát điện được đưa đến một khu tái định cư bằng đường dây truyền tải một pha. Cho biết, nếu điện áp tại đầu truyền đi tăng từ U lên 2U thì số hộ dân được trạm cung cấp đủ điện năng tăng từ 120 lên 144. Cho rằng chỉ tính đến hao phí trên đường dây, công suất tiêu thụ điện của các hộ dân đều như nhau, công suất của trạm phát không đổi và hệ số công suất trong các trường hợp đều bằng nhau. Nếu điện áp truyền đi là 4U thì trạm phát huy này cung cấp đủ điện năng cho

A. 168 hộ dân. B. 150 hộ dân. C. 504 hộ dân. D. 192 hộ dân.

Hướng dẫn giải

Ta có : công suất hao phí khi truyền tải là $\Delta P = R\dfrac{P^2}{U^2}$

+ Vậy khi tăng 2U thì hao phí giảm 4lần và số hộ tăng thêm 144 – 120 = 24

$\Rightarrow$ phần hao phí giảm này vùa đủ cung cấp cho 24 hộ tăng thêm tiêu thụ :

$$\Delta P - \frac{\Delta P}{4} = \frac{3\Delta P}{4} = 24.P_1 \Rightarrow P_1 = \frac{3}{96}\Delta P$$

+ Khi tăng 4U thì hao phí giảm 16 lần thì số hộ tăng thêm n hộ → hao phí giảm lúc này cũng là công suất cung cấp cho n hô :

$$\Delta P - \frac{\Delta P}{16} = \frac{15}{16}\Delta P = n.P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{15}{16.n}\Delta P$$

Vì công suất tiêu thụ mỗi hộ đều bằng nhau

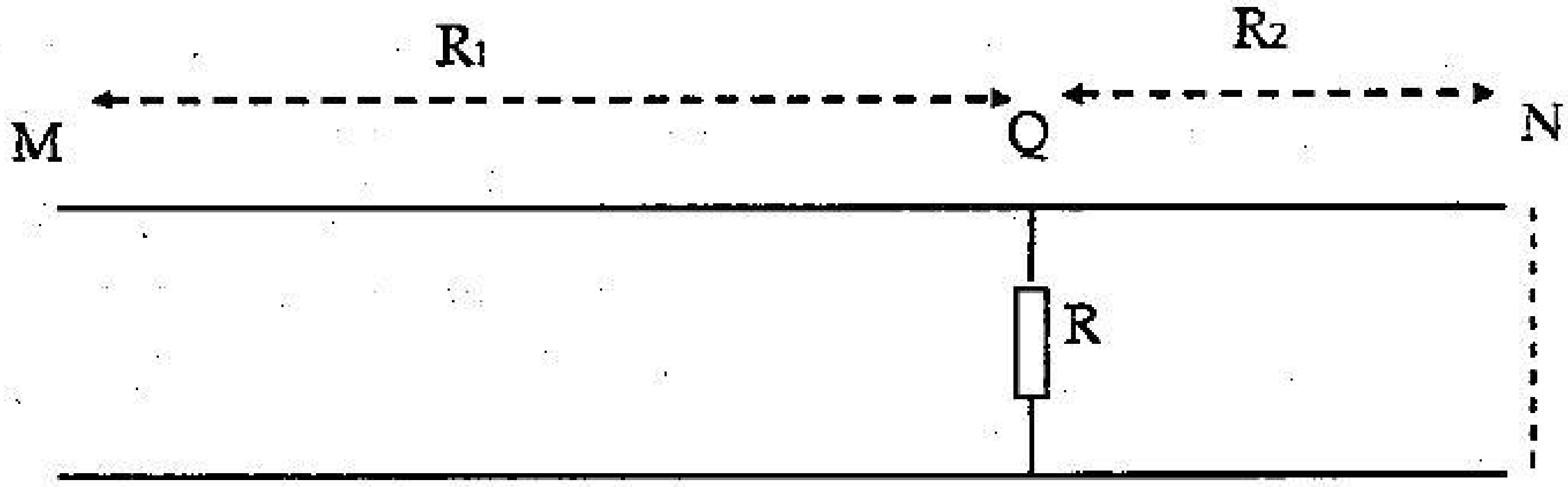
$$\Rightarrow P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{3}{96}\Delta P = \frac{15}{16.n}\Delta P \Rightarrow n = 30\ .$$

Vậy trạm cung cấp đủ điện năng cho : 120 + 30 = 150 hộ. ***Chọn B***

Câu 2: Từ một trạm phát điện xoay chiều một pha đặt tại vị trí M, điện năng được truyền tải đến nơi tiêu thụ N, cách M 180 km. Biết đường dây có điện trở tổng cộng 80Ω (coi dây tải điện là đồng chất, có điện trở tỉ lệ thuận với chiều dài của dây). Do sự cố, đường dây bị rò điện tại điểm Q (hai dây tải điện bị nối tắt bởi một vật có điện trở có giá trị xác định R). Để xác định vị trí Q, trước tiên người ta ngắt đường dây khỏi máy phát và tải tiêu thụ, sau đó dùng nguồn điện không đổi 12V, điện trở trong không đáng kể, nối vào hai đầu của hai dây tải điện tại M. Khi hai đầu dây tại N để hở thì cường độ dòng điện qua nguồn là 0,40 A, còn khi hai đầu dây tại N được nối tắt bởi một đoạn dây có điện trở không đáng kể thì cường độ dòng điện qua nguồn là 0,42 A. Khoảng cách MQ là

A. 135 km. B. 167 km. C. 45 km. D. 90 km.

Hướng dẫn giải



+ Khi hai đầu dây tại N hở mạch gồm R_1 nối tiếp với R thì :

$$I_1 = \frac{U}{R_1+R} = \frac{12}{R_1+R} = 0,4 \Rightarrow R_1 = (30 - R)$$

Mà ta có : $R_2 = 80 - R_1 = 80 - (30 - R) = 50 + R$

+ Khi hai đầu dây tại N nối tắt thì mạch gồm R_1 nối tiếp (R_2// R)

$$\Rightarrow R_{td} = R_1 + \frac{R.R_2}{R+R_2} = 30 - R + \frac{R.(50+R)}{R+50+R}$$

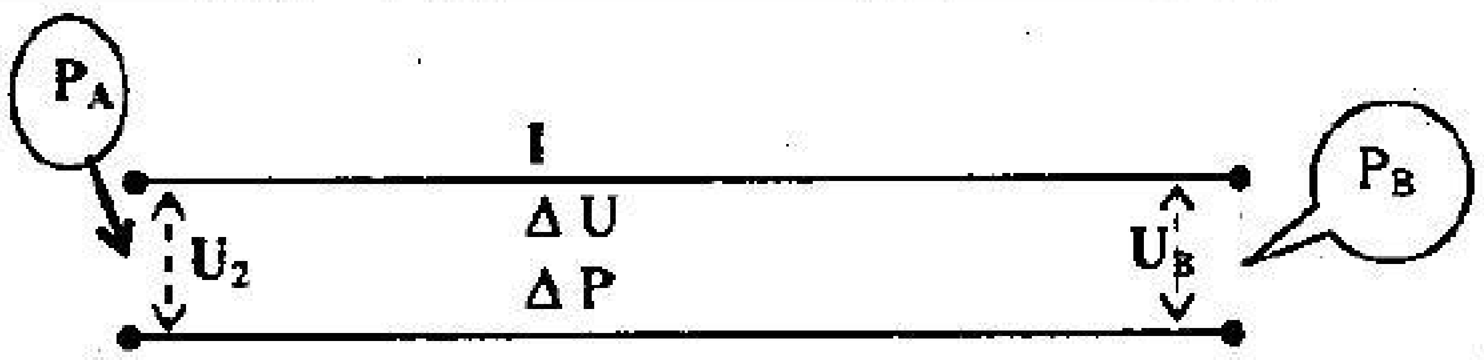
$$\Rightarrow I_2 = \frac{U}{R_{td}} = \frac{12}{30-R+\frac{R(50+R)}{2R+50}} = 0,42 \Rightarrow R = 10\Omega \text{ và } R_1 = 20\Omega$$

Vì điện trở tỉ lệ với chiều dài nên mỗi Km chiều dài có điện trở là:

$$\frac{R_1}{MQ} = \frac{80}{MN} \Rightarrow MQ = MN\frac{R_1}{80} = 180.\frac{20}{80} = 45Km.$$ *Chọn C*

Chủ đề 4. Hiệu suất truyền tải

Phương pháp



Hiệu suất truyền tải điện năng: $H = \frac{P_B}{P_A}$

+ Tính theo công suất: $H = \frac{P_B}{P_A} = \frac{P_A - \Delta P}{P_A} = 1 - \frac{\Delta P}{P_A}$ với $\Delta P = RI^2$

+ Tính theo hiệu điện thế: Ta có: $P_A = U_A.I$; $P_B = U_B I$

$$\Rightarrow H = \frac{U_B}{U_A} = \frac{U_A - \Delta U}{U_A} = 1 - \frac{\Delta U}{U_A} \text{ với } \Delta U = IR.$$

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một máy phát điện có công suất 120 kW, điện áp hiệu dụng giữa hai cực của máy phát là 1200V. Để truyền đến nơi tiêu thụ, người ta dùng một dây tải điện có điện trở tổng cộng 6 Ω. Tính hiệu suất tải điện

A. H = 50% B. H = 60% C. H = 70% D. H = 80%

Hướng dẫn giải:

Công suất hao phí trên đường dây: $\Delta P = RI^2 = R\frac{P^2}{U^2} = 60000\ W = 60\ kW$;

Hiệu suất truyền tải: $H = \frac{P - \Delta P}{P} = 0,5 = 50\%$. *Chọn A*

Ví dụ 2: Người ta truyền tải dòng điện xoay chiều từ trạm phát điện cách nơi tiêu thụ 10km bằng hai dây dẫn kim loại có điện trở suất $\rho = 2,5.10^{-8}$ Ωm, tiết diện 0,4cm². Hệ số công suất của mạch điện 0,9. Điện áp và công suất ở trạm là 10kV và 500kw. Hiệu suất của của quá trình truyền tải điện là:

A. 92,28%. B. 99,14%. C. 92,28%. D. 99,14%.

Hướng dẫn giải:

Gọi ΔP là công suất hao phí trên đường dây.

Hiệu suất truyền tải: $H = \frac{P - \Delta P}{P} = 1 - \frac{\Delta P}{P}$

$$\Delta P = P^2 \frac{R}{(U\cos\varphi)^2} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P} = \frac{P\rho.2l}{S(U\cos\varphi)^2} = \frac{5.10^5 2,5.10^{-8} 2.10^4}{0,4.10^{-4}.10^8.0,81} = 7,716.10^{-2}$$

$H = 1 - 0,0772 = 0,9228 = 92,28\%$. *Chọn C*

Chú ý:

Do truyền đi với hai dây nên chiều dài dây phải là $2l = 2.10 = 20$km

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG:

Câu 1: Một máy phát điện gồm n tổ máy có cùng công suất P. Điện sản xuất ra được truyền đến nơi tiêu thụ với hiệu suất H. Hỏi nếu khi chỉ còn một tổ máy thì hiệu suất H′ bằng bao nhiêu, (tính theo n và H)

A. $H' = \frac{n + H - 1}{n}$ B. $H' = \frac{n + H + 1}{n}$ C. $H' = \frac{n + H - 1}{n - 1}$ D. $H' = \frac{n + H - 1}{n + 1}$

Hướng dẫn giải

Hiệu suất: $H = \frac{nP - \Delta P}{nP} = 1 - \frac{\Delta P}{nP} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P} = n(1 - H)$ (1)

$$\Delta P = n^2 P^2 \frac{R}{(U\cos\varphi)^2} \quad (2)$$

$$H' = \frac{P - \Delta P'}{P} = 1 - \frac{\Delta P'}{P} \Rightarrow \frac{\Delta P'}{P} = 1 - H' \quad (3)$$

$$\Delta P' = P^2 \frac{R}{(U\cos\varphi)^2} \quad (4)$$

Từ (1) và (3) ta có: $\frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{1 - H'}{n(1 - H)}$ (5)

Từ (2) và (4) ta có: $\frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{1}{n^2}$ (6)

Từ (5) và (6) ta có

$$\frac{1-H'}{n(1-H)} = \frac{1}{n^2} \Rightarrow 1-H' = \frac{1-H}{n} \Rightarrow H' = 1-\frac{1-H}{n} = \frac{n+H-1}{n}$$

Đáp số A: $H' = 1-\frac{1-H}{n} = \frac{n+H-1}{n}$

Chủ đề 5. Động cơ điện

VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Một động cơ điện xoay chiều hoạt động bình thường với điện áp hiệu dụng 220V, cường độ dòng điện hiệu dụng 0,5 A và hệ số công suất của động cơ là 0,8. Biết rằng công suất hao phí của động cơ là 11W. Hiệu suất của động cơ (tỉ số giữa công suất hữu ích và công suất tiêu thụ toàn phần) là

A. 80% B. 90% C. 92,5% D. 87,5 %

Hướng dẫn giải

Công suất tiêu thụ của động cơ $P = UI\cos\varphi = 220.0,5.0,8 = 88W$

Hiệu suất của động cơ $H = \frac{P-\Delta P}{P} = \frac{77}{88} = 0.875 = 87,5\%$ ***Chọn D***

Ví dụ 2: Trong giờ thực hành một học sinh mắc nối tiếp một quạt điện xoay chiều với điện trở R, rồi mắc vào hai đầu mạch điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 380V. Biết quạt có các giá trị định mức 220V – 88W. Khi hoạt động đúng công suất định mức thì độ lệch pha giữa điện áp hai đầu quạt và dòng điện qua nó là φ, với cosφ = 0,8. Để quạt hoạt động đúng công suất thì R =?

A. $R = 360,7\Omega$ B. $R = 352\Omega$ C. $R = 370\Omega$ D. $R = 220\Omega$

Hướng dẫn giải

Gọi r là điện trở của quạt nên công suất quạt: $P = U_qI\cos\varphi = I^2r$.

Thay số vào ta được: $I = \frac{P}{U_q\cos\varphi} = \frac{88}{220.0,8} = 0,5\ (A)$; $r = \frac{P}{I^2} = 352\Omega$

Tổng trở của quạt: $Z_q = \frac{U_q}{I} = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = 440\Omega$

Khi mắc vào điện áp xoay chiều U = 380V thì dòng điện lúc này là:

$$I=\frac{U}{Z}=\frac{U}{\sqrt{(R+r)^2+Z_L^2}}=\frac{U}{\sqrt{R^2+2Rr+r^2+Z_L^2}}$$

$$R^2+2Rr+Z_q^2=\left(\frac{U}{I}\right)^2 \Rightarrow R^2+704R+440^2=760^2$$

$\Rightarrow R^2+704R-384000=0 \Rightarrow R=360{,}7\Omega$. *Chọn A*

Ví dụ 3: Trong một giờ thực hành một học sinh muốn một quạt điện loại 180V - 120W hoạt động bình thường dưới điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220V, nên mắc nối tiếp với quạt một biến trở. Ban đầu học sinh đó để biến trở có giá trị 70Ω thì đo thấy cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là 0,75A và công suất của quạt điện đạt 92,8%. Muốn quạt hoạt động bình thường thì phải điều chỉnh biến trở như thế nào?

A. giảm đi 20Ω
B. tăng thêm 12Ω
C. giảm đi 12Ω
D. tăng thêm 20Ω

Hướng dẫn giải

Gọi R_0, Z_L, Z_C là điện trở, cảm kháng và dung kháng của quạt điện.

Công suất định mức của quạt P = 120W; dòng điện định mức của quạt I.

Gọi R_2 là giá trị của biến trở khi quạt hoạt động bình thường với điện áp U = 220V

Khi biến trở có giá tri $R_1 = 70\Omega$ thì $I_1 = 0{,}75A$, $P_1 = 0{,}928P = 111{,}36W$

Điện trở của quạt điện: $P_1 = I_1^2R_0 \Rightarrow R_0 = P_1/I_1^2 = 198\Omega$

Cường độ dòng điện lúc này:

$$I_1=\frac{U}{Z_1}=\frac{U}{\sqrt{(R_0+R_1)^2+(Z_L-Z_C)^2}}=\frac{220}{\sqrt{268^2+(Z_L-Z_C)^2}}$$

$\Rightarrow (Z_L - Z_C)^2 = (220/0{,}75)^2 - 268^2 \Rightarrow |Z_L - Z_C| = 119\Omega$

Ta có công suất định mức của quạt:

$$P=R_0I^2=R_0\frac{U^2}{(R_0+R_2)^2+(Z_L-Z_C)^2} \Rightarrow R_0+R_2=256\Omega \Rightarrow R_2=58\Omega$$

$R_2 < R_1 \Rightarrow \Delta R = R_2 - R_1 = -12\Omega$ Phải giảm 12Ω.

Chọn C

Chương IV: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. *Dao động điện từ.*

* ***Sự biến thiên điện tích và dòng điện trong mạch dao động***

+ Mạch dao động là một mạch điện khép kín gồm một tụ điện có điện dung C và một cuộn dây có độ tự cảm L, có điện trở thuần không đáng kể nối với nhau.

+ Điện tích trên tụ điện trong mạch dao động: $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

+ Cường độ dòng điện trên cuộn dây:

$$i = q' = -\omega q_0\sin(\omega t + \varphi) = I_0\cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2});\ \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}};\ I_0 = q_0\omega.$$

+ Chu kì và tần số riêng của mạch dao động: $T = 2\pi\sqrt{LC}$; $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

* ***Năng lượng điện từ trong mạch dao động***

+ Năng lượng điện trường tập trung trong tụ điện:

$$W_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\cos^2(\omega t + \varphi)$$

+ Năng lượng từ trường tập trung trong cuộn cảm:

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\omega^2 q_0^2\ \sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\sin^2(\omega t + \varphi).$$

Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn với tần số góc $\omega' = 2\omega$ và chu kì $T' = \frac{T}{2}$.

+ Năng lượng điện từ trong mạch:

$$W = W_C + W_L = \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\cos^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C}\sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$= \frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C} = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 = \text{hằng số.}$$

+ Liên hệ giữa q_0, I_0 và U_0 trong mạch dao động: $q_0 = CU_0 = \frac{I_0}{\omega} = I_0\sqrt{LC}$.

2. *Điện từ trường.*

* ***Liên hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường biến thiên***

+ Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy. Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức là đường cong kín.

+ Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường. Đường sức của từ trường luôn khép kín.

* ***Điện từ trường***

Mỗi biến thiên theo thời gian của từ trường sinh ra trong không gian xung quanh một điện trường xoáy biến thiên theo thời gian, ngược lại mỗi biến thiên theo thời gian của điện trường cũng sinh ra một từ trường biến thiên theo thời gian trong không gian xung quanh.

Điện trường biến thiên và từ trường biến thiên cùng tồn tại trong không gian. Chúng có thể chuyển hóa lẫn nhau trong một trường thống nhất được gọi là điện từ trường.

3. Sóng điện từ - Thông tin liên lạc bằng vô tuyến.

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

* ***Đặc điểm của sóng điện từ***

+ Sóng điện từ lan truyền được trong chân không. Vận tốc lan truyền của sóng điện từ trong chân không bằng vận tốc ánh sáng ($c \approx 3.10^8$m/s). Sóng điện từ lan truyền được trong các điện môi. Tốc độ lan truyền của sóng điện từ trong các điện môi nhỏ hơn trong chân không và phụ thuộc vào hằng số điện môi.

+ Sóng điện từ là sóng ngang. Trong quá trình lan truyền $\vec{E}$ và $\vec{B}$ luôn luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Tại mỗi điểm dao động của điện trường và từ trường trong sóng điện từ luôn cùng pha với nhau.

+ Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó cũng bị phản xạ và khúc xạ như ánh sáng. Ngoài ra cũng có hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ... sóng điện từ.

+ Sóng điện từ mang năng lượng. Nhờ có năng lượng mà khi sóng điện từ truyền đến một anten, nó sẽ làm cho các electron tự do trong anten dao động.

Nguồn phát sóng điện từ rất đa dạng, có thể là bất cứ vật thể nào có thể tạo ra một điện trường hoặc một từ trường biến thiên, như tia lửa điện, dây dẫn dòng điện xoay chiều, cầu dao đóng, ngắt mạch điện ... .

* ***Thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến***

+ Sóng vô tuyến là các sóng điện từ dùng trong vô tuyến. Chúng có bước sóng từ vài m đến vài km. Theo bước sóng, người ta chia sóng vô tuyến thành các loại: sóng cực ngắn, sóng ngắn, sóng trung và sóng dài.

+ Tầng điện li là lớp khí quyển bị ion hóa mạnh bởi ánh sáng Mặt Trời và nằm trong khoảng độ cao từ 80 km đếm 800 km, có ảnh hưởng rất lớn đến sự truyền sóng vô tuyến điện.

+ Các phân tử không khí trong khí quyển hấp thụ rất mạnh các sóng dài, sóng trung và sóng cực ngắn nhưng ít hấp thụ các vùng sóng ngắn. Các sóng ngắn phản xạ tốt trên tầng điện li và mặt đất.

+ Nguyên tắc chung của thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến điện:

- Biến âm thanh (hoặc hình ảnh) muốn truyền đi thành các dao động điện từ có tần số thấp gọi là các tín hiệu âm tần (hoặc tính hiệu thị tần).
- Dùng sóng điện từ tần số cao (cao tần) để mang các tín hiệu âm tần hoặc thị tần đi xa, sóng này gọi là sóng mang. Muốn vậy phải trộn sóng điện từ âm tần hoặc thị tần với sóng điện từ cao tần (biến điệu chúng). Qua anten phát, sóng điện từ cao tần đã biến điệu được truyền đi trong không gian.
- Dùng máy thu với anten thu để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần muốn thu.
- Tách tín hiệu ra khỏi sóng cao tần (tách sóng) rồi dùng loa để nghe âm thanh truyền tới hoặc dùng màn hình để xem hình ảnh.

  Để tăng cường độ của sóng truyền đi và tăng cường độ của tín hiệu thu được người ta dùng các mạch khuếch đại.

+ Sơ đồ khối của mạch phát thanh vô tuyến đơn giản gồm: micrô, bộ phát sóng cao tần, mạch biến điệu, mạch khuếch đại và anten.

+ Sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản gồm: anten, mạch khuếch đại dao động điện từ cao tần, mạch tách sóng, mạch khuếch đại dao động điện từ âm tần và loa.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP

Dạng 1. BÀI TOÁN VỀ TẦN SỐ, CHU KỲ, BƯỚC SÓNG TRONG MẠCH DAO ĐỘNG

Tần số góc, tần số và chu kì dao động riêng của mạch LC:

$$\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}};\ f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}};\ T=2\pi\sqrt{LC}$$

Cần lưu ý, C là điện dung của bộ tụ điện.

+ Nếu bộ tụ gồm $C_1, C_2, C_3,\ldots$ mắc nối tiếp, điện dung của bộ tụ tính bởi $\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\ldots$, khi đó

$$\omega=\sqrt{\frac{1}{L}\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\ldots\right)};f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L}\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\ldots\right)};T=2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\ldots}}$$

+ Nếu bộ tụ gồm $C_1, C_2, C_3,\ldots$ mắc song song, điện dung của bộ tụ là $C=C_1+C_2+C_3+\ldots$, khi đó

$$\omega=\frac{1}{\sqrt{L(C_1+C_2+C_3+\ldots)}};f=\frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1+C_2+C_3+\ldots)}};T=2\pi\sqrt{L(C_1+C_2+C_3+\ldots)}$$

Sóng điện từ mạch dao động LC phát hoặc thu được có tần số đúng bằng tần số riêng của mạch, ta có thể xác định bước sóng của chúng (vận tốc truyền sóng trong không khí có thể lấy bằng $c = 3.10^8$m/s):

$$\lambda = cT = 2\pi c\sqrt{LC}$$

- *Phương pháp*

1. Mỗi giá trị của L hặc C, cho ta một giá trị tần số, chu kỳ tương ứng, viết tất cả các biểu thức tần số hoặc chu kỳ đó rồi gán những giá trị đề bài cho tương ứng (nếu có).

   Ví dụ:

   Khi độ tự cảm cuộn dây là L_1, điện dung tụ điện là C_1 thì chu kỳ dao động là T_1

   Khi độ tự cảm cuộn dây là L_2, điện dung tụ điện là C_2 thì chu kỳ dao động là T_2

   ....

   Ta phải viết ra các biểu thức chu kỳ tương ứng

   $$T_1 = 2\pi\sqrt{L_1C_2}$$

   $$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2C_2}$$

   ....

   Sau đó xác lập mối liên hệ toán học giữa các biểu thức đó. Thường là lập tỉ số; bình phương hai vế rồi cộng, trừ các biểu thức; phương pháp thế.....

2. Từ công thức tính bước sóng ta thấy, bước sóng biến thiên theo L và C. L hay C càng lớn, bước sóng càng lớn. Nếu điều chỉnh mạch sao cho C và L biến thiên từ C_m, L_m đến C_M, L_M thì bước sóng cũng biến thiên tương ứng trong dải từ $\lambda_m = 2\pi c\sqrt{L_mC_m}$ đến $\lambda_M = 2\pi c\sqrt{L_MC_M}$

🕮 VÍ DỤ MẪU:

Ví dụ 1: Nếu điều chỉnh để điện dung của một mạch dao động tăng lên 4 lần thì chu kỳ dao động riêng của mạch thay đổi như thế nào (độ tự cảm của cuộn dây không đổi)?

A. Tăng 2 lần

B. Tăng $2\sqrt{2}$ lần

C. Giảm $2\sqrt{2}$ lần

D. Giảm 2 lần

Phân tích và hướng dẫn giải:

Có hai giá trị của điện dung: C và C' = 4C, tương ứng với hai giá trị chu kỳ

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \text{ và } T' = 2\pi\sqrt{LC'} = 2\pi\sqrt{L.4C} = 2\left(2\pi\sqrt{LC}\right) = 2T$$

Vậy chu kỳ tăng 2 lần.

Chú ý: Khi làm bài trắc nghiệm, không phải trình bày và để tiết kiệm thời gian, ta có nhận định sau: Từ biểu thức tính chu kỳ ta thấy T tỉ lệ với căn bậc hai của điện dung C và độ tự cảm L.

Tức là, nếu C tăng (hay giảm) n lần thì T tăng (hay giảm) $\sqrt{n}$ *lần, nếu L tăng (hay giảm) m lần thì T tăng (hay giảm)* $\sqrt{m}$ *lần. Ngược lại với tần số f.*

Như bài tập trên, do C tăng 4 lần, suy ra ngay chu kỳ tăng $\sqrt{4} = 2$ *lần.* ***Chọn A***

Ví dụ 2: Nếu tăng điện dung của một mạch dao động lên 8 lần, đồng thời giảm độ tự cảm của cuộn dây đi 2 lần thì tần số dao động riêng của mạch tăng hay giảm bao nhiêu lần?

A. Tăng 2 lần
B. Tăng $2\sqrt{2}$ lần
C. Giảm $2\sqrt{2}$ lần
D. Giảm 2 lần

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\begin{cases} f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \\ f' = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L'C'}} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{\dfrac{1}{2}L.8C}} \Rightarrow \dfrac{f'}{f} = \dfrac{1}{2} \text{ Hay } f' = \dfrac{1}{2}f \end{cases}$$

Suy ra tần số giảm đi hai lần.

Nhận xét: *Từ biểu thức tính tần số ta thấy f tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của điện dung C và độ tự cảm L.*

Tức là, nếu C tăng (hay giảm) n lần thì f giảm(hay tăng) $\sqrt{n}$ *lần, nếu L tăng (hay giảm) m lần thì f giảm(hay tăng)* $\sqrt{m}$ *lần. Ngược lại với tần số f.*

Theo bài ra: C tăng 8 lần, L giảm 2 lần suy ra tần số thay đổi $\sqrt{8.\frac{1}{2}} = 2$ lần.

Vì tần số tỉ lệ nghịch với căn LC nên tần số giảm hai lần. ***Chọn D***

Ví dụ 3: Mạch dao động để chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 11,3μH và tụ điện có điện dung C = 1000pF. Mạch điện nói trên có thể thu được sóng có bước sóng λ_0 bằng bao nhiêu?

A. $\lambda_0 = 70$m
B. $\lambda_0 = 100$m
C. $\lambda_0 = 170$m
D. $\lambda_0 = 200$m

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng mạch thu được:

$$\lambda_0 = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi 3.10^8\sqrt{11,3.10^{-6}.1000.10^{-12}} = 200\text{m}$$ ***Chọn D***

Ví dụ 4: Một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện có điện dung 0,125 μF và một cuộn cảm có độ tự cảm 50μH. Điện trở thuần của mạch không đáng kể. Hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 3 V. Cường độ dòng điện cực đại trong mạch là:

A. $7,5\sqrt{2}$ mA.
B. 15 mA.
C. $7,5\sqrt{2}$ A.
D. 0,15 A.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Giả sử phương trình điện tích trong mạch có dạng: $q = Q_0\sin(\omega t + \varphi)$

Từ đó phương trình dòng điện có dạng: $i = \dfrac{dq}{dt} = \omega Q_0\cos(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow I_0 = \omega Q_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}Q_0 = \dfrac{CU_0}{\sqrt{LC}}\dfrac{0,125.10^{-6}.3}{\sqrt{50.10^{-6}.0,125.10^{-6}}} = 0,15(A)$. *Chọn D*

Ví dụ 5: Một mạch dao động gồm có một cuộn cảm có độ tự cảm $L = 10^{-3}H$ và một tụ điện có điện dung điều chỉnh được trong khoảng từ 4pF đến 400pF ($1pF = 10^{-12}F$).

Mạch này có thể có những tần số riêng như thế nào?

A. $2,52.10^5$Hz đến $2,52.10^6$Hz
B. $2,52.10^5$Hz đến $2,52.10^7$Hz
C. $2,52.10^6$Hz đến $2,52.10^8$Hz
D. $2,52.10^5$Hz đến $2,52.10^8$Hz

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ suy ra $C = \dfrac{1}{4\pi^2Lf^2}$

Theo bài ra $4.10^{-12}F \le C \le 400.10^{-12}F$ ta được

$4.10^{-12}F \le \dfrac{1}{4\pi^2Lf^2} \le 400.10^{-12}F$, với tần số f luôn dương, ta suy ra:

$$2,52.10^5\ Hz \le f \le 2,52.10^6 Hz$$

Chú ý: *Cách giải trên rất chặc chẽ nhưng sự biến đổi qua lại khá rắc rối, mất nhiều thời gian và hay nhầm lẫn. Ta biết rằng: tần số tỉ lệ nghịch với căn bậc hai theo C và L, nên f_{max} ứng với C_{min}, L_{min} và f_{min} ứng với C_{max} và L_{max}.*

Như vậy, ta có:

$$\begin{cases} f_{min} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_{max}}} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3}.400.10^{-12}}} = 2,52.10^5 Hz \\ f_{max} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_{min}}} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3}.4.10^{-12}}} = 2,52.10^6 \end{cases}$$

Tức là tần số biến đổi từ $2,52.10^5$Hz đến $2,52.10^6$Hz. *Chọn A*

Ví dụ 6: Một cuộn dây có điện trở không đáng kể mắc với một tụ điện có điện dung 0,5μF thành một mạch dao động. Hệ số tự cảm của cuộn dây phải bằng bao nhiêu để tần số riêng của mạch dao động có giá trị 90MHz (sóng vô tuyến).

A. L = 6,3nH
B. L = 6,3pH
C. L = 6,3μH
D. L = 6,3mH

Hướng dẫn giải:

Từ công thức $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ suy ra công thức tính độ tự cảm: $L = \dfrac{1}{4\pi^2Cf^2}$

Để $f = 90MHz = 90.10^6Hz$ thay vào biểu thức trên ta được ngay gia trị cu

$$L = \frac{1}{4\pi^2Cf^2} = \frac{1}{4\pi^2.0,5.10^{-6}.\left(90.10^6\right)^2} = 6,3.10^{-12}H = 6,3pH.$$ *Chọn B*

Ví dụ 7: Một mạch dao động gồm cuộn dây L và tụ điện C. Nếu dùng tụ C_1 thì tần số dao động riêng của mạch là 60kHz, nếu dùng tụ C_2 thì tần số dao động riêng là 80kHz. Hỏi tần số dao động riêng của mạch là bao nhiêu nếu hai tụ C_1 và C_2 mắc song song.

A. f = 70kHz B. f = 48kHz C. f = 140kHz D. f = 20kHz

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bài toán đề cập đến mạch dao động với 3 bộ tụ khác nhau, ta lập 3 biểu thức tần số tương ứng:

+ Khi dùng C_1: $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{f_1^2} = 4\pi^2LC_1 \\ f_1^2 = \frac{1}{4\pi^2LC_1} \end{cases}$

+ Khi dùng C_2: $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{f_2^2} = 4\pi^2LC_2 \\ f_2^2 = \frac{1}{4\pi^2LC_2} \end{cases}$

Khi dùng hai tụ C_1 và C_2 mắc song song, điện dung của bộ tụ $C = C_1 + C_2$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}} \Rightarrow \frac{1}{f^2} = 4\pi^2L(C_1 + C_2)$$

Suy ra: $\frac{1}{f^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \Rightarrow f = \frac{f_1f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} = \frac{60.80}{\sqrt{60^2 + 80^2}} = 48kHz$. *Chọn B*

Ví dụ 8: Một mạch dao động gồm một cuộn cảm thuần có độ tự cảm xác định và một tụ điện là tụ xoay, có điện dung thay đổi được theo quy luật hàm số bậc nhất của góc xoay α của bản linh động. Khi α = 0°, tần số dao động riêng của mạch là 3MHz. Khi α =120°, tần số dao động riêng của mạch là 1MHz. Để mạch này có tần số dao động riêng bằng 1,5 MHz thì α bằng

A. 30° B. 45° C. 60° D. 90°

Phân tích và hướng dẫn giải:

Gọi điện dung của tụ tương ứng độ xoay: $C = C_0 + \alpha$

Khi α = 0° thì tần số của mạch: $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C_0}} = 3.10^6$

Khi $\alpha = 120^0$ thì tần số của mạch : $f_2 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L.(C_0+120)}} = 10^6$

$$\Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{C_0+120}{C_0}} = 3 \Rightarrow C_0 = 15$$

Khi là α thì tần số của mạch: $f_3 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L.(C_0+\alpha)}} = 1{,}5.10^6$

$$\Rightarrow \frac{f_1}{f_3} = \sqrt{\frac{C_0+\alpha}{C_0}} = 2 \Rightarrow \alpha = 3.C_0 = 3.15 = 45^0$$. *Chọn B*

Ví dụ 9: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và một bộ tụ gồm tụ C_0 cố định ghép song song với tụ xoay Cx. Tụ xoay Cx có điện dung biến thiên từ $C_1 = 20pF$ đến $C_2 = 320pF$ khi góc xoay biến thiên từ được từ 0^0 đến 150^0. Nhờ vậy mạch thu được sóng điện từ có bước sóng từ $\lambda_1 = 10m$ đến $\lambda_2 = 40m$. Biết điện dung của tụ xoay là hàm bậc nhất của góc xoay. Để mạch thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 20m$ thì góc xooay của bản tụ là

A. 30^0 B. 45^0 C. 75^0 D. 60^0

Phân tích và hướng dẫn giải:

Gọi φ là góc xoay của bản tụ: $0^0 \le \varphi \le 150^0$

Do C_x là hàm bậc nhất của φ nên: $C_x = a + b.\varphi$

Khi $\varphi = 0$ thì $C_x = 20pF \Rightarrow a = 20pF$; và khi $\varphi = 150^0$ thì $C_x = 320pF$

$\Rightarrow 320 = a + 150b \Rightarrow b = 2pF/độ$

Vậy $C_x = 20 + 2\varphi \Rightarrow$ Điện dung của bộ tụ $C = C_0 + C_x = (C_0 + 20 + 2\varphi).10^{-12}(F)$

Bước sóng mạch thu được: $\lambda = vT = 2\pi v\sqrt{LC} = 2\pi v\sqrt{L(C_0+20+2\varphi).10^{-12}}$

Khi $\varphi = 0$ thì $\lambda_1 = 10m \Rightarrow 10 = 2\pi v\sqrt{L(C_0+20).10^{-12}}$ (1)

Khi $\varphi = 150^0$ thì $\lambda_1 = 40m \Rightarrow 40 = 2\pi v\sqrt{L(C_0+320).10^{-12}}$ (2)

Để thu được sóng có $\lambda = 20m$ thì: $20 = 2\pi v\sqrt{L(C_0+20+2\varphi).10^{-12}}$ (3)

Từ (1); (2) và (3) $\Rightarrow \varphi = 30^0$. *Chọn A*

Ví dụ 10: Mạch dao động LC có tụ phẳng không khí hình tròn bán kính 48cm, cách nhau 4cm phát ra sóng điện từ bước sóng 100m. Nếu đưa vào giữa hai bản tụ tấm điện môi phẳng song song và cùng kích thước với hai bản có hằng số điện môi $\varepsilon = 7$, bề dày 2cm thì phát ra sóng điện từ bước sóng là

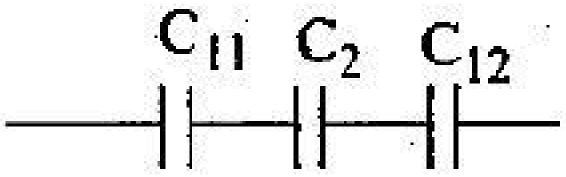
A. 100m B. $100\sqrt{2}$ m C. 132,29m D. 175m

Phân tích và hướng dẫn giải:

Điện dung của tụ không khí ban đầu

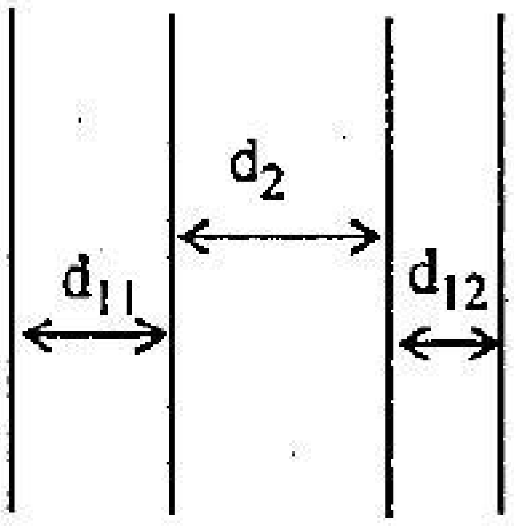
$$C_0 = \frac{\pi R^2}{9.10^9.4\pi d_0} = \frac{R^2}{36.10^9.d_0} \quad (R = 48cm,\ d_0 = 4cm)$$

Khi đưa tấm điện môi vào giữa hai bản tụ thì bộ tụ gồm tụ không khí C_1 với khoảng cách giữa hai bản tụ $d_1 = d_0 - d_2 = 2cm$, nối tiếp với tụ C_2 có hằng số điện môi $\varepsilon = 7$. $d_2 = 2cm$



$$C_1 = \frac{\pi R^2}{9.10^9.4\pi d_1} = \frac{R^2}{36.10^9.d_1} = 2C_0$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon\pi R^2}{9.10^9.4\pi d_2} = \frac{\varepsilon R^2}{36.10^9.d_2} = 14C_0$$



Điện dung tương đương của bộ tụ

$$C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \frac{7}{4}C_0$$

Bước sóng do mạch phát ra: $\lambda_0 = 2\pi c\sqrt{LC_0} = 100m$

$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{C}{C_0}} = \sqrt{\frac{7}{4}} = 1,322876 \Rightarrow \lambda = 132,29m.$$ *Chọn C.*

Chú ý: Khi đưa tấm điện môi vào ta có thể coi bộ tụ gồm 3 tụ mắc nối tiếp gồm tụ C_2 có $\varepsilon = 7$. $d_2 = 2cm$ và hai tụ không khí C_{11} và C_{12} với khoảng cách giữa các bản của các tụ $d_{11} + d_{12} = d_1$. Điện dung tương đương của hai tụ này khi mắc nối tiếp đúng bằng C_1 (vì $\frac{1}{C_{11}} + \frac{1}{C_{12}} = \frac{9.10^9.4\pi}{\pi R^2}(d_{11} + d_{12}) = \frac{36.10^9.d_1}{R^2} = \frac{1}{C_1}$

BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 1: Một mạch dao động điện từ LC lí tưởng gồm cuộn cảm thuần độ tự cảm L và tụ điện có điện dung thay đổi được từ C_1 đến C_2. Mạch dao động này có chu kỳ dao động riêng thay đổi được.

A. từ $4\pi\sqrt{LC_1}$ đến $4\pi\sqrt{LC_2}$.

B. từ $2\pi\sqrt{LC_1}$ đến $2\pi\sqrt{LC_2}$.

C. từ $2\sqrt{LC_1}$ đến $2\sqrt{LC_2}$.

D. từ $4\sqrt{LC_1}$ đến $4\sqrt{LC_2}$.

Hướng dẫn giải:

Ta có chu kỳ dao động của mạch: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Khi tụ có điện dung C_1, ta có chu kỳ của mạch là: $T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1}$.

Khi tụ có điện dung C_2, ta có chu kỳ của mạch là: $T_2 = 2\pi\sqrt{LC_2}$.

Do $C_1 < C_2$ nên suy ra $T_1 < T_2$. *Chọn B*

Câu 2: Một mạch dao động LC lí tưởng gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm không thay đổi và 1 tụ điện có hai bản tụ phẳng đặt song song và cách nhau 1 khoảng cố định. Để phát ra sóng điện từ có tần số dao động tăng gấp 2 lần thì diện tích đối diện của bản tụ phải:

A. tăng 4 lần B. giảm $\sqrt{2}$ lần C. giảm 4 lần D. tăng 2 lần

Hướng dẫn giải:

Tần số dao động của mạch được xác định theo công thức: $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Để tăng tần số lên gấp 2 lần thì điện dung của tụ điện C phải giảm đi 4 lần.

Điện dung của tụ điện phẳng C được xác định theo công thức: $C = \frac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi d}$

với ε là hằng số điện môi, d khoảng cách giữa hai bản cực không đổi.

Do đó để giảm C đi 4 lần ta cần giảm S đi 4 lần. *Chọn C*

Câu 3: Một mạch dao động gồm cuộn dây L và tụ điện C. Nếu dùng tụ C_1 thì tần số dao động riêng của mạch là 60kHz, nếu dùng tụ C_2 thì tần số dao động riêng là 80kHz. Hỏi tần số dao động riêng của mạch là bao nhiêu nếu hai tụ C_1 và C_2 mắc nối tiếp.

A. f = 70kHz B. f = 100kHz C. f = 140kHz D. f = 20kHz

Hướng dẫn giải:

Bài toán đề cập đến mạch dao động với 3 bộ tụ khác nhau, ta lập 3 biểu thức tần số tương ứng:

+ Khi dùng C_1: $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{f_1^2} = 4\pi^2LC_1 \\ f_1^2 = \frac{1}{4\pi^2LC_1} \end{cases}$

+ Khi dùng C_2: $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{f_2^2} = 4\pi^2LC_2 \\ f_2^2 = \frac{1}{4\pi^2LC_2} \end{cases}$

Khi dùng hai tụ C₁ và C₂ mắc nối tiếp, điện dung của bộ tụ đước xác định bởi $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$$f = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{L}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)} \Rightarrow f^2 = \frac{1}{4\pi^2L}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

Suy ra $f^2 = f_1^2 + f_2^2 \Rightarrow f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100\text{kHz}$. *Chọn B*

Câu 4: Mạch dao động của một máy thu vô tuyến gồm cuộn cảm L = 1μH và tụ điện biến đổi C, dùng để thu sóng vô tuyến có bước sóng từ 13m đến 75m. Hỏi điện dung C của tụ điện biến thiên trong khoảng nào?

A. 47.10^{-9}C đến 1563.10^{-9}C
B. 47.10^{-12}C đến 1563.10^{-9}C
C. 47.10^{-9}C đến 1563.10^{-12}C
D. 47.10^{-12}C đến 1563.10^{-12}C

Hướng dẫn giải:

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức tính bước sóng: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$ suy ra $C = \dfrac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L}$

Do λ > 0 nên C đồng biến theo λ

$$C_{min} = \frac{\lambda_{min}^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{13^2}{4.\pi^2.\left(3.10^8\right)^2.10^{-6}} = 47.10^{-12}C$$

$$C_{min} = \frac{\lambda_{max}^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{75^2}{4.\pi^2.\left(3.10^8\right)^2.10^{-6}} = 1563.10^{-12}C$$

Vậy điện dung biến thiên từ 47.10^{-12}C đến 1563.10^{-12}C. *Chọn D*

Câu 5: Mạch dao động để chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 11,3μH và tụ điện có điện dung C = 1000pF. Để thu được dải sóng từ 20m đến 50m, người ta phải ghép thêm một tụ xoay C_V với tụ C nói trên. Hỏi phải ghép như thế nào và giá trị của C_V thuộc khoảng nào?

A. $10,1.10^{-9}$F đến $66,7.10^{-9}$F
B. 47pF đến 1563pF
C. 47.10^{-9}F đến 1563.10^{-12}F
D. 10,1pF đến 66,7pF

Phân tích và hướng dẫn giải:

Bước sóng mạch thu được:

$$\lambda_0 = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi.3.10^8\sqrt{11,3.10^{-6}.1000.10^{-12}} = 200m$$

Nhận xét: Dải sóng cần thu có bước sóng nhỏ hơn bước sóng λ_0 nên điện dung của bộ tụ phải nhỏ hơn C. Do đó phải ghép Cv nối tiếp với C.

Khi đó: $\lambda = 2\pi c\sqrt{L\dfrac{C.C_V}{C+C_V}} \Rightarrow C_V = \dfrac{\lambda^2C}{4\pi^2.c^2LC-\lambda^2}$

Với λ > 0, Cv biến thiên nghịch biến theo λ.

$$C_{V\,min} = \frac{\lambda_{max}^2C}{4\pi^2c^2LC-\lambda_{max}^2} = \frac{50^2.1000.10^{-12}}{4\pi^2(3.10^8)^2.11,3.10^{-6}.10^{-9}-50^2} = 10,1.10^{-12}F$$

$$C_{V\,max} = \frac{\lambda_{min}^2C}{4\pi^2c^2LC-\lambda_{min}^2} = \frac{20^2.1000.10^{-12}}{4\pi^2(3.10^8)^2.11,3.10^{-6}.10^{-9}-20^2} = 66,7.10^{-12}F$$

Vậy 10,1pF ≤ Cv ≤ 66,7pF. *Chọn D*

Câu 6: Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L = 2.9μH và tụ điện có điện dung C = 490pF. Để máy thu được dải sóng từ λ_m = 10m đến λ_M = 50m, người ta ghép thêm một tụ xoay C_V biến thiên từ C_m = 10pF đến C_M = 490pF. Muốn mạch thu được sóng có bước sóng λ = 20m, thì phải xoay các bản di động của tụ C_V từ vị trí ứng với điện dung cực đại C_M một góc α là:

A. 170°. B.172° C.168° D. 165°

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi chưa mắc tụ xoay sóng mà máy có thể thu được $\lambda_0 = 2\pi c\sqrt{LC} = 71$ m. Để thu được dải sóng từ λ_m = 10m đến λ_M = 50m cần phải giảm điện dung của tụ, cần phải mắc nối tiếp thêm tụ xoay C_v.

Điện dung của bộ tụ: $C_B = \dfrac{CC_V}{C+C_V}$

Để thu được sóng có bước sóng λ = 20m

$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC_B}$

$$\Rightarrow C_B = \frac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{20^2}{4.3,14^2.9.10^{16}.2,9.10^{-6}} = 38,3.10^{-12}F = 38,3pF$$

$$C_V = \frac{C.C_B}{C-C_B} = \frac{490.38.3}{490-38,3} = 41,55pF$$

$C_V = C_m + \dfrac{C_M - C_m}{180}.\beta = 10 + 2,67.\beta \Rightarrow \beta = 31,55/2,67 = 11,8^0 \approx 12^0$ tính từ vị trí ứng với C_m.

Nếu tính từ vị trí ứng với điện dung cực đại C_M; α = 168°. *Chọn C*

Dạng 2. ĐIỆN TÍCH, HIỆU ĐIỆN THẾ, CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN VÀ NĂNG LƯỢNG TRONG QUÁ TRÌNH DAO ĐỘNG

Dạng bài toán này, ta chỉ cần chú ý đến công thức tính năng lượng điện từ của mạch:

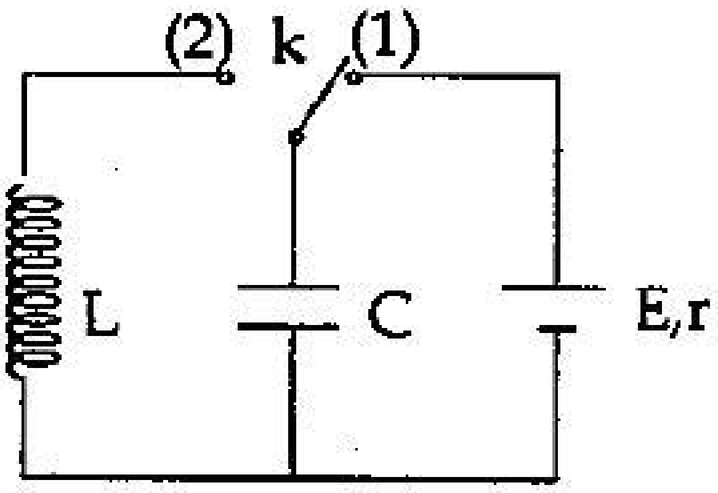
$$\frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$$

Có hai cách cơ bản để cấp năng lượng ban đầu cho mạch dao động:

1. Cấp năng lượng điện ban đầu

Ban đầu khóa k ở chốt (1), tụ điện được tích điện (nếu thời gian đủ dài) đến hiệu điện thế bằng suất điện động E của nguồn.

Năng lượng điện mà tụ tích được là $W = \frac{1}{2}CE^2$



Chuyển khóa k sang chốt (2), tụ phóng điện qua cuộn dây. Năng lượng điện chuyển dần thành năng lượng từ trên cuộn dây....mạch dao động.

Như vậy hiệu điện thế cực đại trong quá trình dao động chính là hiệu điện thế ban đầu của tụ $U_0 = E$, năng lượng điện ban đầu mà tụ tích được từ nguồn chính là năng lượng toàn phần (năng lượng điện từ) của mạch dao động $W = \frac{1}{2}CE^2$.

2. *Cấp năng lượng từ ban đầu*

Ban đầu khóa k đóng, dòng điện qua cuộn dây không đổi và có cường độ (định luật Ôm cho toàn mạch): $I_0 = \frac{E}{r}$

Năng lượng từ trường trên cuộn dây không đổi và bằng:

$$W = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r}\right)^2$$

Cuộn dây không có điện trở thuần nên hiệu điện thế hai đầu cuộn dây (cũng chính là hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện) bằng không. Tụ chưa tích điện.

Khi ngắt khóa k, năng lượng từ của cuộn dây chuyển hóa dần thành năng lượng điện trên tụ điện...mạch dao động.

Như vậy, với cách kích thích dao động như thế này, năng lượng toàn phần (năng lượng điện từ) đúng bằng năng lượng từ ban đầu của cuộn dây $W = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r}\right)^2$, cường độ dòng điện cực đại trong mạch dao động đúng bằng cường độ dòng điện ban đầu qua cuộn dây $I_0 = \frac{E}{r}$.

VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 11: Mạch dao động lí tưởng gồm tụ điện có điện dung C = 1μF và cuộn dây có độ tử cảm L = 1mH. Trong quá trình dao động, cường độ dòng điện qua cuộn dây có độ lớn lớn nhất là 0,05A. Sau bao lâu thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện có độ lớn lớn nhất, độ lớn đó bằng bao nhiêu?

A. $\Delta t = 1,57.10^{-4}$s và $U_0 = 5V$

B. $\Delta t = 1,57.10^{-4}$s và $U_0 = 6V$

C. $\Delta t = 2,57.10^{-4}$s và $U_0 = 5V$

D. $\Delta t = 2,57.10^{-4}$s và $U_0 = 6V$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thời gian từ lúc cường độ dòng điện đạt cực đại đến lúc hiệu điện thế đạt cực đại là $\frac{1}{4}T$ (T là chu kỳ dao động riêng của mạch).

Vậy thời gian cần tìm là: $\Delta t = \frac{1}{4}2\pi c\sqrt{LC} = \frac{1}{4}2\pi\sqrt{10^{-6}.10^{-2}} = 1{,}57.10^{-4}\,s$

Năng lượng điện cực đại bằng năng lượng từ cực đại trong quá trình dao động: $\frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2$

Suy ra: $U_0 = I_0\sqrt{\frac{L}{C}} = 0{,}05.\sqrt{\frac{10^{-2}}{10^{-6}}} = 5V$. *Chọn A*

Ví dụ 12: Mạch dao động LC có cường độ dòng điện cực đại $I_0 = 10mA$, điện tích cực đại của tụ điện là $Q_0 = 4.10^{-8}C$. Tần số dao động trong mạch và hệ số tự cảm của cuộn dây là bao nhiêu nếu biết điện dung của tụ điện $C = 800pF$.

A. $f = 40kHz$ và $L = 0{,}03H$ B. $f = 20kHz$ và $L = 0{,}02H$

C. $f = 40kHz$ và $L = 0{,}02H$ D. $f = 20kHz$ và $L = 0{,}03H$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Điện tích cực đại Q_0 và cường độ dòng điện cực đại I_0 liên hệ với nhau bằng biểu thức: $\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$. Suy ra $LC = \frac{Q_0^2}{I_0^2} = 16.10^{-12}$

Tần số dao động trong mạch:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16.10^{-12}}} = 40000Hz \text{ hay } f = 40kHz$$

Hệ số tự cảm L của cuộn dây: $L = \frac{16.10^{-12}}{C} = 0{,}02H$. *Chọn C*

Ví dụ 13: Tại thời điểm cường độ dòng điện qua cuộn dây trong một mạch dao động có độ lớn là 0,1A thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện của mạch là 3V. Tần số dao động riêng của mạch là 1000Hz. Tính các giá trị cực đại của điện tích trên tụ điện, hiệu điện thế hai đầu cuộn dây và cường độ dòng điện qua cuộn dây, biết điện dung của tụ điện 10μF.

A. $Q_0 = 4{,}3.10^{-5}C$; $U_0 = 3{,}4V$; $I_0 = 0{,}21A$.

B. $Q_0 = 3{,}4.10^{-5}C$; $U_0 = 3{,}4V$; $I_0 = 0{,}21A$.

C. $Q_0 = 4{,}3.10^{-5}C$; $U_0 = 4{,}4V$; $I_0 = 0{,}21A$.

D. $Q_0 = 3{,}4.10^{-5}C$; $U_0 = 4{,}4V$; $I_0 = 0{,}21A$.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức $\frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$, suy ra $Q_0^2 = LCi^2 + C^2u^2$

Với $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow LC = \frac{1}{4\pi^2f^2}$, thay vào ta được

$$Q_0 = \sqrt{\frac{i^2}{4\pi^2f^2} + C^2u^2} = \sqrt{\frac{0,1^2}{4.\pi^2.1000^2} + \left(10.10^{-6}\right)^2.3^2} = 3,4.10^{-5}C$$

Hiệu điện thế cực đại: $U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{3,4.10^{-5}}{10^{-5}} = 3,4V$

Cường độ dòng điện cực đại: $I_0 = \omega Q_0 = 2\pi fQ_0 = 2.\pi.1000.3,4.10^{-5} = 0,21A$

Chọn B

Ví dụ 14: Cường độ dòng điện tức thời trong một mạch dao động LC lí tưởng là i = 0,08cos(2000t)A. Cuộn dây có độ tự cảm là L = 50mH. Hãy tính điện dung của tụ điện. Xác định hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện tại thời điểm cường độ dòng điện tức thời trong mạch bằng giá trị cường độ dòng điện hiệu dụng.

A. $C = 5\mu F$ và $u = 4,56V$ B. $C = 5\mu F$ và $u = 5,66V$

C. $C = 6\mu F$ và $u = 3,5V$ D. $C = 6\mu F$ và $u = 5V$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức tính tần số góc: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, suy ra

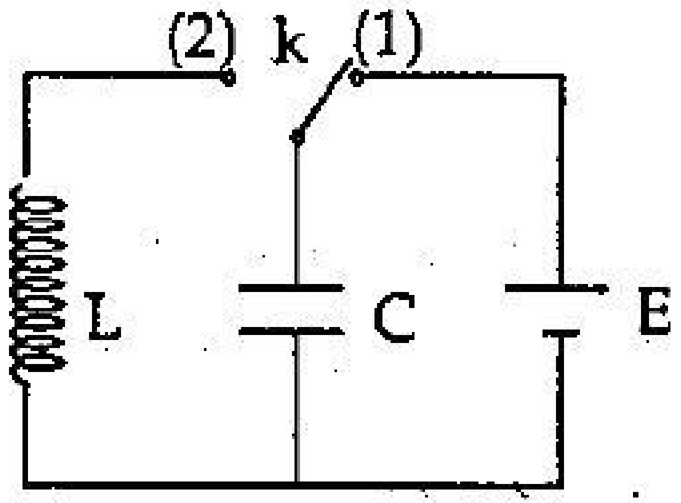
Điện dung của tụ điện: $C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{50.10^{-3}.2000^2} = 5.10^{-6}F$ hay $C = 5\mu F$.

Từ công thức năng lượng điện từ $\frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}LI_0^2$, với $i = I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$,

Suy ra hiệu điện thế tức thời: $u = I_0\sqrt{\frac{L}{2C}} = 0,08\sqrt{\frac{50.10^{-3}}{25.10^{-6}}} = 4\sqrt{2}V = 5,66V$.

Chọn B

Ví dụ 15: Cho mạch dao động lí tưởng như hình vẽ bên. Tụ điện có điện dung 20μF, cuộn dây có độ tự cảm 0,2H, suất điện động của nguồn điện là 5V. Ban đầu khóa k ở chốt (1), khi tụ điện đã tích đầy điện, chuyển k sang (2), trong mạch có dao động điện từ.



Cường độ dòng điện qua cuộn dây tại thời điểm điện tích trên tụ chỉ bằng một nửa giá trị điện tích của tụ khi khóa k còn ở (1) là.

A. 0,55A B. 0,043A C. 0,845A D. 2,222A

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi k ở (1), tụ điện tích được năng lượng điện: $W = \frac{1}{2}CE^2$

Khi k chuyển sang (2), năng lượng này là năng lượng toàn phần của dao động trong mạch, ta có

$$\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow I_0 = E\sqrt{\frac{C}{L}} = 5\sqrt{\frac{20.10^{-6}}{0,2}} = 0,05A$$

Áp dụng công thức tính năng lượng điện từ:

$$\frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow i = \sqrt{I_0^2 - \frac{q^2}{LC}}$$

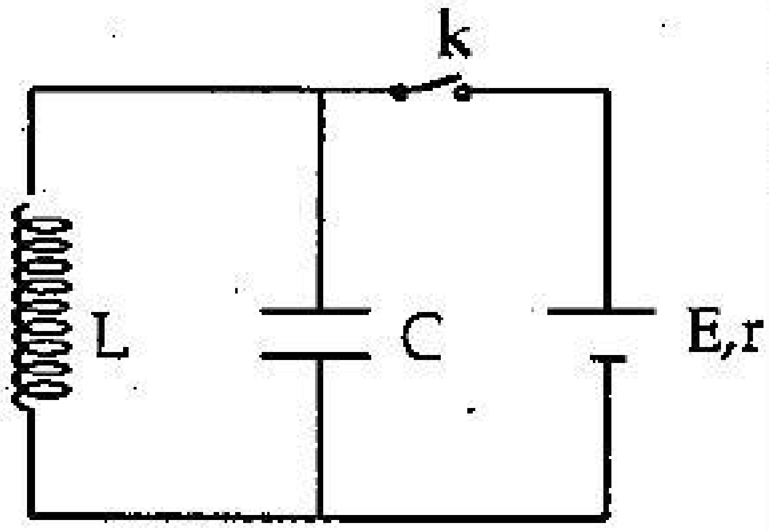
Theo bài ra: $q = \frac{1}{2}Q_0 = \frac{1}{2}CE$, thay trở lại ta được

Cường độ dòng điện tức thời qua cuộn dây

$$i = \sqrt{I_0^2 - \frac{1}{4}\frac{C}{L}E^2} = \sqrt{0,05^2 - \frac{1}{4}.\frac{20.10^{-6}}{0,2}.5^2} = 0,043A$$ hay i = 43mA. ***Chọn B***

Ví dụ 16: Cho mạch điện như hình vẽ bên. Cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 4.10^{-3}H$, tụ điện có điện dung C = 0,1μF, nguồn điện có suất điện động E = 6mV và điện trở trong r = 2Ω.

Ban đầu khóa k đóng, khi có dòng điện chạy ổn định trong mạch, ngắt khóa k.



Tỉ số hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện với suất điện động của nguồn cung cấp ban đầu là:

A. 9 B. 8 C. 10 D. 0,1

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ban đầu k đóng, dòng điện qua cuộn dây $I_0 = \frac{E}{r} = \frac{6}{2} = 3mA$

Điện trở cuộn dây bằng không nên hiệu điện thế hai đầu cuộn dây, cũng chính là hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện bằng 0, tụ chưa tích điện.

Năng lượng trong mạch hoàn toàn ở dạng năng lượng từ trường trong cuộn dây:

$$W = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r}\right)^2 = \frac{1}{2}.4.10^{-3}.0,003^2 = 1,8.10^{-8}J$$

Khi ngắt k, mạch dao động với năng lượng toàn phần bằng W, ta có

$$\frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_0}{E} = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4.10^{-3}}{10^{-5}}} = 10$$

Vậy, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện trong quá trình dao động lớn gấp 10 lần suất điện động của nguồn điện cung cấp. ***Chọn C***

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG

Câu 7: Mạch dao động LC lí tưởng dao động với chu kỳ riêng $T = 10^{-4}$s, hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ $U_0 = 10$V, cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây là $I_0 = 0,02$A. Tính điện dung của tụ điện và hệ số tự cảm của cuộn dây.

A. $L = 7,9.10^{-3}$H; $C = 3,2.10^{-8}$F.
B. $L = 7,9.10^{-6}$H; $C = 3,2.10^{-6}$F.
C. $L = 7,9.10^{-6}$H; $C = 3,2.10^{-3}$F.
D. $L = 7,9.10^{-3}$H; $C = 3,2.10^{-6}$F.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Từ công thức $\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2$, suy ra $\frac{L}{C} = \frac{U_0^2}{I_0^2} = 25.10^4$

Chu kỳ dao động $T = 2\pi\sqrt{LC}$, suy ra $LC = \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{10^{-8}}{4\pi^2} = 2,5.10^{-10}$

Với hai biểu thức thương số và tích số của L và C, ta tính được $L = 7,9.10^{-3}$H và $C = 3,2.10^{-8}$F. ***Chọn A***

Câu 8: Một mạch dao động LC, cuộn dây có độ tự cảm L = 2mH và tụ điện có điện dung C = 0,2μF. Cường độ dòng điện cực đại trong cuộn cảm là $I_0 = 0,5$A. Tìm năng lượng của mạch dao động và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện ở thời điểm dòng điện qua cuộn cảm có cường độ i = 0,3A. Bỏ qua những mất mát năng lượng trong quá trình dao động.

A. u = 40V
B. u = 30V
C. u = 35V
D. u = 35V

Phân tích và hướng dẫn giải:

Năng lượng điện từ của mạch: $W = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}.2.10^{-3}.0,5^2 = 0,25.10^{-3}$J

Áp dụng công thức tính năng lượng dao động: $W = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu^2$, suy ra

$$u = \sqrt{\frac{2W - Li^2}{C}} = \sqrt{\frac{2.0,25.10^{-3} - 2.10^{-3}.0,3^2}{0,2.10^{-3}}} = 40V$$ ***Chọn A***

Câu 9: Mạch dao động LC có cuộn dây thuần cảm với độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}.10^{-2}$H, tụ điện có điện dung $C = \frac{1}{\pi}.10^{-6}$F. Bỏ qua điện trở dây nối. Tích điện cho tụ điện đến giá trị cực đại Q_0, trong mạch có dao động điện từ riêng. Khi năng lượng điện trường ở tụ điện bằng năng lượng từ trường ở cuộn dây thì điện tích trên tụ điện bằng mấy phần trăm Q_0?

A. 70% B. 80% C. 90% D. 100%

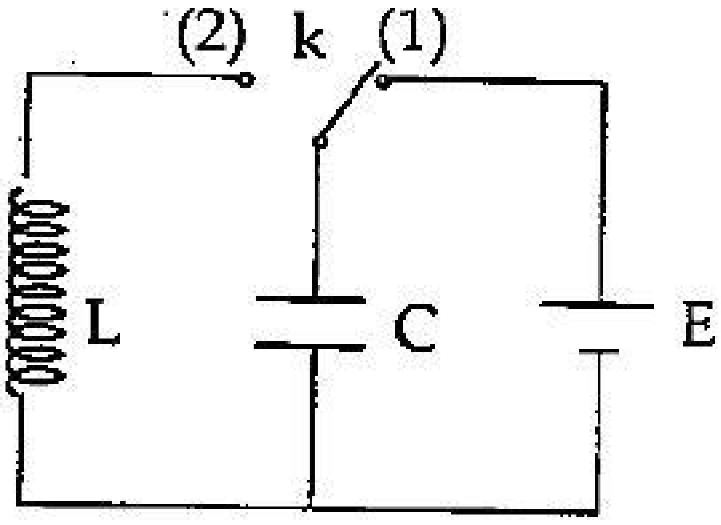
Hướng dẫn giải:

Khi năng lượng điện bằng năng lượng từ:

$$\begin{cases} W_đ = W_t \\ W_đ + W_t = W \end{cases} \Rightarrow W_đ = \frac{1}{2}W \quad \text{hay} \quad \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C} \Rightarrow q = \frac{Q_0}{\sqrt{2}} = 70\%Q_0$$

Chọn A

Câu 10: Cho mạch dao động lí tưởng như hình vẽ bên. Tụ điện có điện dung 20μF, cuộn dây có độ tự cảm 0,2H, suất điện động của nguồn điện là 5V. Ban đầu khóa k ở chốt (1), khi tụ điện đã tích đầy điện, chuyển k sang (2), trong mạch có dao động điện từ. Cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây có giá trị:



A. 0,55A B. 0,5A C. 0,85A D. 2A

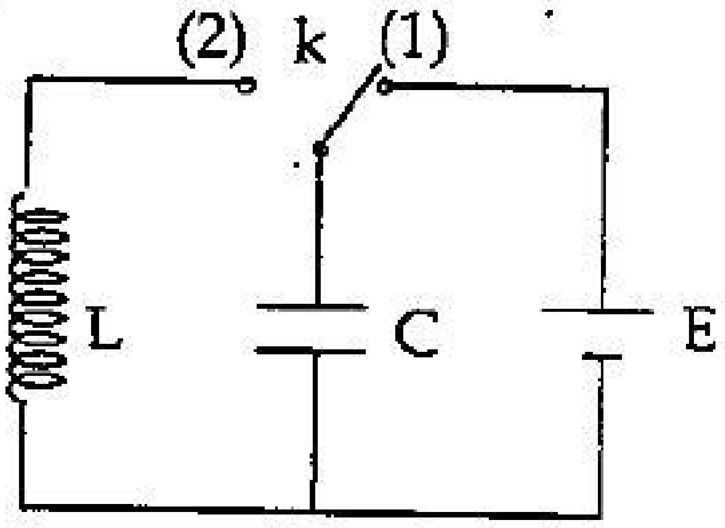
Hướng dẫn giải:

Khi k ở (1), tụ điện tích được năng lượng điện: $W = \frac{1}{2}CE^2$

Khi k chuyển sang (2), năng lượng này là năng lượng toàn phần của dao động trong mạch, ta có

$$\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow I_0 = E\sqrt{\frac{C}{L}} = 5\sqrt{\frac{20.10^{-6}}{0,2}} = 0,05A$$ **. Chọn B**

Câu 11: Cho mạch dao động lí tưởng như hình vẽ bên. Tụ điện có điện dung 20μF, cuộn dây có độ tự cảm 0,2H, suất điện động của nguồn điện là 5V. Ban đầu khóa k ở chốt (1), khi tụ điện đã tích đầy điện, chuyển k sang (2), trong mạch có dao động điện từ. Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện khi một nửa năng lượng điện trên tụ điện đã chuyển thành năng lượng từ trong cuộn dây.



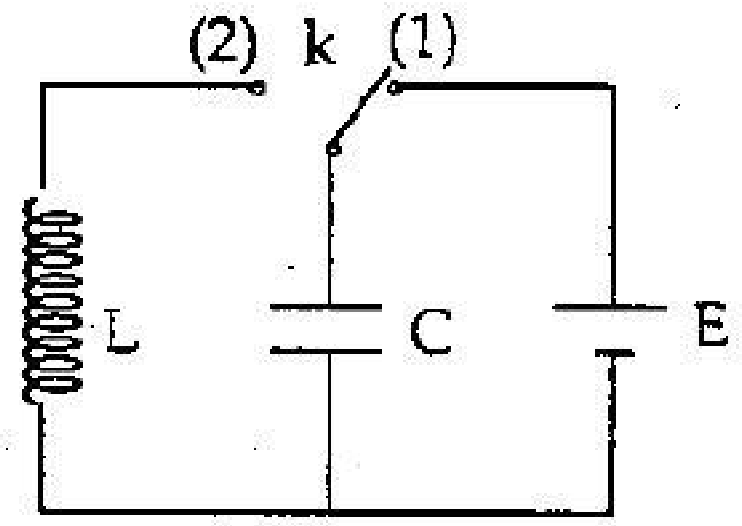
A. u = 4,34V B. u = 30V C. u = 3,535V D. u = 50V

Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi một nửa năng lượng điện trường đã chuyển thành năng lượng từ trường, ta có

$W_đ = W_t = \frac{1}{2}W'$, hay $\frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}\frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow u = \frac{E}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,53V$. *Chọn C*

Câu 12: Cho mạch điện như hình vẽ bên. Cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 4.10^{-3}H$, tụ điện có điện dung $C = 0,1\mu F$, nguồn điện có suất điện động E = 6mV và điện trở trong r = 2Ω. Ban đầu khóa k đóng, khi có dòng điện chạy ổn định trong mạch, ngắt khóa k. Điện tích trên tụ điện khi năng lượng từ trong cuộn dây gấp 3 lần năng lượng điện trường trong tụ điện.



A. $q = 5,2.10^{-7}C$ B. $q = 6,2.10^{-7}C$ C. $q = 5,2.10^{-8}C$ D. $q = 5.10^{-7}C$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Ban đầu k đóng, dòng điện qua cuộn dây $I_0 = \frac{E}{r} = \frac{6}{2} = 3mA$

Điện trở cuộn dây bằng không nên hiệu điện thế hai đầu cuộn dây, cũng chính là hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện bằng 0, tụ chưa tích điện.

Năng lượng trong mạch hoàn toàn ở dạng năng lượng từ trường trong cuộn dây:

$$W = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r}\right)^2 = \frac{1}{2}.4.10^{-3}.0,003^2 = 1,8.10^{-8}J$$

Điện tích tức thời $W_t = 3W_đ = \frac{3}{4}W \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{3}{4}.W$, suy ra

$$q = \sqrt{\frac{3}{2}CW} = \sqrt{\frac{3}{2}.10^{-5}.1,8.10^{-8}} = 5,2.10^{-7}C$$

Chọn A

Câu 13: Nếu nối hai đầu đoạn mạch gồm cuộn cảm thuần L mắc nối tiếp với điện trở thuần R = 1Ω vào hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động không đổi và điện trở trong r thì trong mạch có dòng điện không đổi cường độ I. Dùng nguồn điện này để nạp điện cho một tụ điện có điện dung $C = 2.10^{-6}$ F. Khi điện tích trên tụ điện đạt giá trị cực đại, ngắt tụ điện khỏi nguồn rồi nối tụ điện với cuộn cảm thuần L thành một mạch dao động thì trong mạch có dao động điện từ tự do với chu kì bằng $\pi.10^{-6}$ s và cường độ dòng điện cực đại bằng 8I. Giá trị của r bằng

A. 0,25Ω. B. 1Ω. C. 0,5Ω. D. 2Ω.

Phân tích và hướng dẫn giải:

* Khi mắc L, R vào nguồn điện một chiều: $I = \frac{\xi}{R+r}$ (1)

* Khi mắc tụ C vào nguồn điện một chiều thì điện áp cực đại của tụ:

$U_0 = \xi$ (2)

* Khi mắc C và L thành mạch dao động:

+) $T = \pi.10^{-6}$ s $\Rightarrow L = 0{,}125.10^{-6}H$

+) $I_0 = U_0\sqrt{\dfrac{C}{L}} = 8I \Rightarrow \xi\sqrt{\dfrac{C}{L}} = 8\dfrac{\xi}{R+r} \Leftrightarrow r = 1 \Rightarrow$ *Chọn* ***B.***

Dạng 3. PHA VÀ THỜI GIAN DAO ĐỘNG TRONG MẠCH

Cần phải vận dụng tính tương tự giữa điện và cơ

Đại lượng cơ	*Đại lượng điện*
Tọa độ x	q điện tích
Vận tốc v	i cường độ dòng điện
Khối lượng m	L độ tự cảm
Độ cứng k	$\dfrac{1}{C}$ nghịch đảo điện dung
Lực F	u hiệu điện thế

Khi vật qua vị trí cân bằng x = 0 thì vận tốc đạt cực đại v_{max}, ngược lại khi ở biên, $x_{max} = A$, v = 0.

Tương tự, khi q = 0 thì $i = I_0$ và khi i = 0 thì $q = Q_0$.

Đặc biệt nên vận dụng sự tương quan giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều để giải quyết các bài toán liên quan đến thời gian chuyển động.

VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 17: Mạch dao động lí tưởng gồm cuộn dây có độ tự cảm L = 0,2H và tụ điện có điện dung C = 20μF. Người ta tích điện cho tụ điện đến hiệu điện thế cực đại U_0 = 4V. Chọn thời điểm ban đầu (t = 0) là lúc tụ điện bắt đầu phóng điện. Viết biểu thức tức thời của điện tích q trên bản tụ điện mà ở thời điểm ban đầu nó tích điện dương. Tính năng lượng điện trường tại thời điểm $t = \dfrac{T}{8}$, T là chu kỳ dao động.

A. $W_đ$ = 80μJ. B. $W_đ$ = 50μJ. C. $W_đ$ = 60μJ D. $W_đ$ = 70μJ.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Điện tích tức thời: $q = Q_0\cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó: $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{0{,}2.20.10^{-6}}} = 500\,rad/s$

$$Q_0 = CU_0 = 20.10^{-6}.4 = 8.10^{-5}C$$

Khi t = 0: $q = Q_0\cos\varphi + Q_0 \Rightarrow \cos\varphi = 1$ hay $\varphi = 0$

Vậy phương trình cần tìm: **$q = 8.10^{-5}\cos 500t$ (C)**

Năng lượng điện trường: $W_đ = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$

Vào thời điểm $t = \frac{T}{8}$, điện tích của tụ điện bằng $q = Q_0\cos\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{8} = \frac{Q_0}{\sqrt{2}}$, thay số liệu tương ứng vào ta tính được năng lượng điện trường

$W_đ = \frac{1}{2}\frac{\left(\frac{8.10^{-5}}{\sqrt{2}}\right)^2}{20.10^{-6}} = 80.10^{-6}$ hay $W_đ = 80\mu J$. *Chọn A*

Ví dụ 18: Trong một mạch dao động, điện tích của tụ điện biến thiên theo quy luật: $q = 2,5.10^{-6}\cos(2.10^3\pi t)$(C).

Biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch là:

A. $i = 5.10^{-3}\cos(2.10^3\pi t + \pi/2)$(C).
B. $i = 2,5.10^{-3}\cos(2.10^3\pi t + \pi/2)$(C).
C. $i = 5.10^{-3}\cos(2.10^3\pi t - \pi/2)$(C).
D. $i = 2,5.10^{-3}\cos(2.10^3\pi t)$ (C).

Phân tích và hướng dẫn giải:

Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch:

$$i = \frac{dq}{dt} = -2.10^3.2,5.10^{-6}\sin\left(2.10^3\pi t\right)\ (A)$$

hay có thể viết dưới dạng hàm cos

$i = 5.10^{-3}\cos\left(2.10^3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A). *Chọn A*

Ví dụ 19: Trong một mạch dao động, điện tích của tụ điện biến thiên theo quy luật: $q = 2,5.10^{-6}\cos(2.10^3t)$(C). Năng lượng điện từ và độ tự cảm của cuộn dây là bao nhiêu? biết điện dung của tụ điện là 0,25μF.

A. L = 0,1H.
B. L = 0,2H.
C. L = 0,3H.
D. L = 0,4H.

Phân tích và hướng dẫn giải:

Năng lượng điện từ $W = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{\left(2,5.10^{-6}\right)^2}{0,25.10^{-6}} = 12,5.10^{-6}J$ hay $W = 12,5\mu J$

Từ công thức tính tần số góc: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, suy ra

Độ tự cảm của cuộn dây: $L = \frac{1}{C.\omega^2} = \frac{1}{0,25.10^{-6}.\left(2.10^3\right)^2} = 0,1H$. *Chọn A*

Ví dụ 20: Mạch dao động LC lí tưởng thực hiện dao động điện từ. Khoảng thời gian, giữa hai lần liên tiếp, năng lượng điện trường trên tụ điện bằng năng lượng từ trường trong cuộn dây là:

A. 0,5T B. 0,25T C. 0,125T D. T

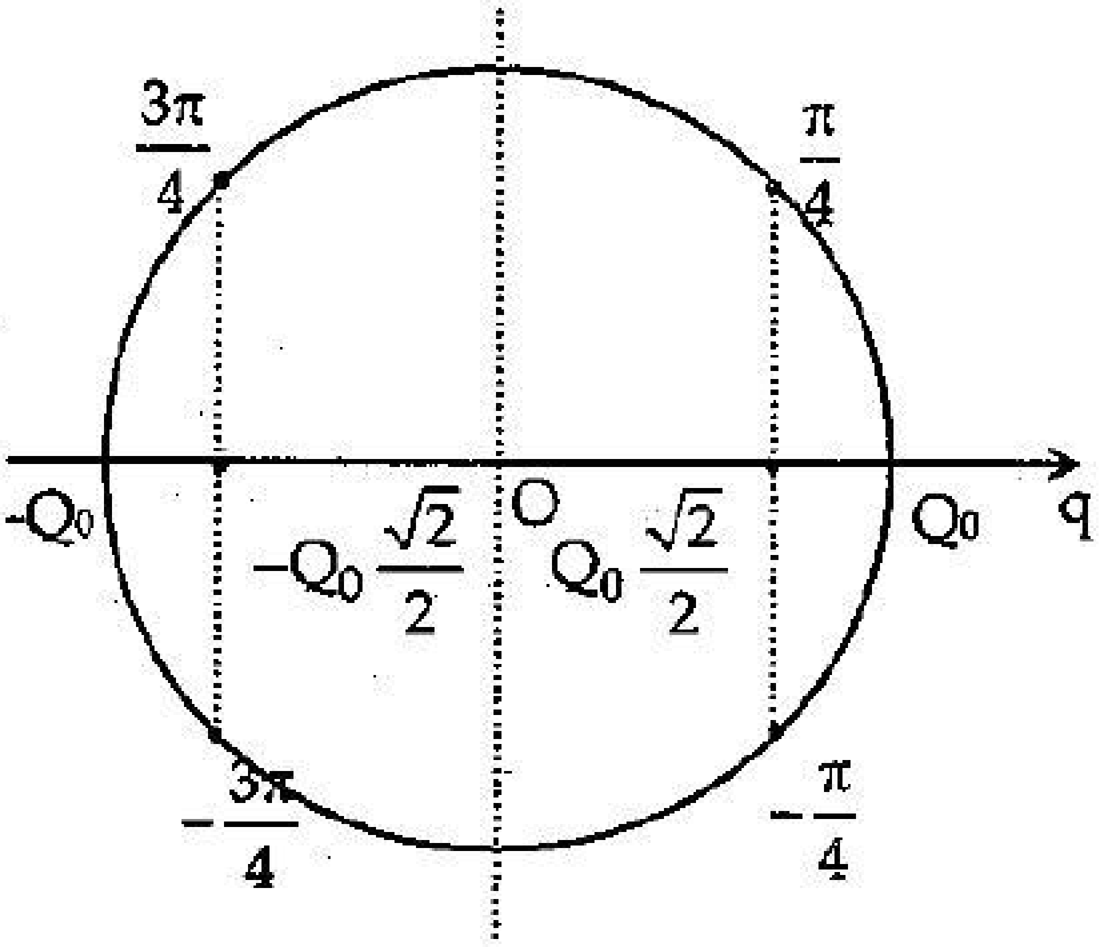
Phân tích và hướng dẫn giải:

Khi năng lượng điện trường trên tụ bằng năng lượng từ trường trong cuộn dây, ta có

$$W_đ = W_t = \frac{1}{2}W$$

Hay $\frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}\right) \Rightarrow q = \pm Q_0\frac{\sqrt{2}}{2}$

Với hai vị trí li độ $q = \pm Q_0\frac{\sqrt{2}}{2}$ trên trục Oq, tương ứng với 4 vị trí trên đường tròn, các vị trí này cách đều nhau bởi các cung $\frac{\pi}{2}$.



Có nghĩa là, sau hai lần liên tiếp $W_đ = W_t$, pha dao động đã biến thiên được một lượng là $\frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{4} \Leftrightarrow \frac{T}{4}$

Vậy cứ sau thời gian $\frac{T}{4}$ năng lượng điện lại bằng năng lượng từ. *Chọn B*

Ví dụ 21: Biểu thức điện tích của tụ trong một mạch dao động có dạng $q = Q_0\sin(2\pi.10^6t)$(C). Xác định thời điểm năng lượng từ bằng năng lượng điện đầu tiên.

A. 0,5μs B. 0,25μs C. 5μs D. 2,5μs

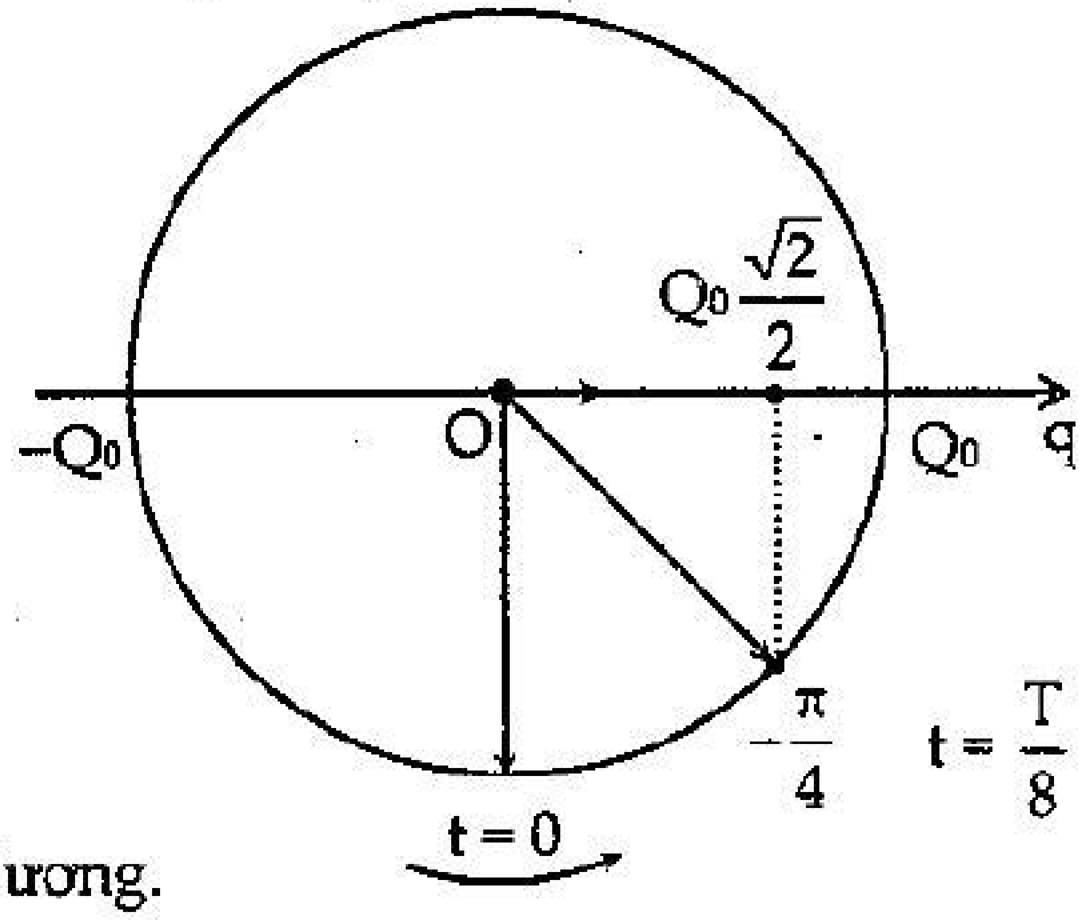
Phân tích và hướng dẫn giải:

Có thể viết lại biểu thức điện tích dưới dạng hàm số cosin đối với thời gian, quen thuộc như sau:

$$q = Q_0\cos\left(2\pi.10^6t - \frac{\pi}{2}\right)$$

và coi q như li độ của một vật dao động điều hòa.

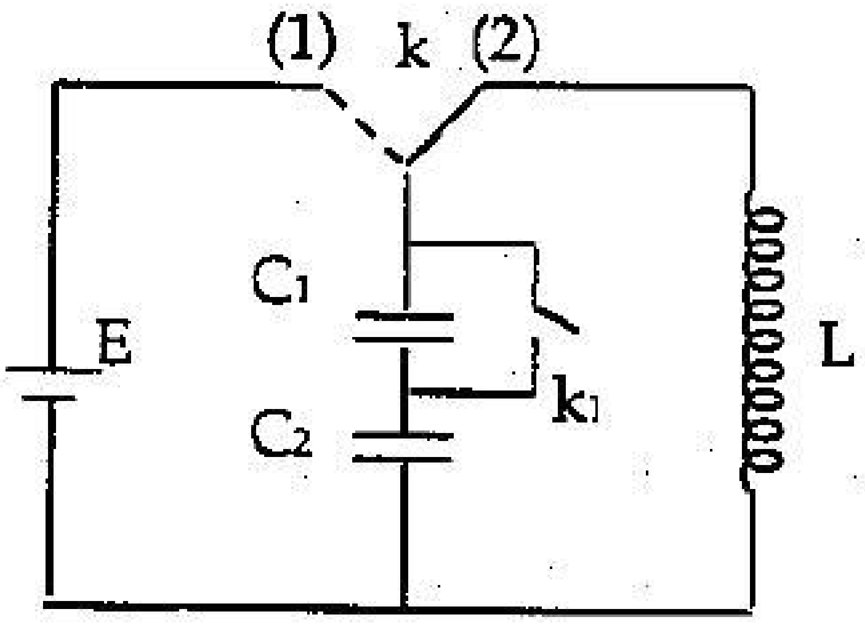
Ban đầu, pha dao động bằng $-\frac{\pi}{2}$, vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương.



$W_đ = W_t$ lần đầu tiên khi $q = Q_0\frac{\sqrt{2}}{2}$, vectơ quay chỉ vị trí cung $-\frac{\pi}{4}$, tức là nó đã quét được một góc $\frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{8}$ tương ứng với thời gian $\frac{T}{8}$.

Vậy thời điểm bài toán cần xác định là $t = \frac{T}{8} = \frac{2\pi}{8\omega} = \frac{\pi}{2\pi.10^6} = 5.10^{-7}\,s$. *Chọn A*

Ví dụ 22: Trong mạch dao động (h.vẽ) bộ tụ điện gồm 2 tụ C_1 và C_2 giống nhau được cấp năng lượng $W_0 = 10^{-6}$J từ nguồn điện một chiều có suất điện động E = 4V. Chuyển K từ (1) sang (2). Cứ sau những khoảng thời gian như nhau: $T_1 = 10^{-6}$s thì năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm bằng nhau.



Đóng K_1 vào lúc cường độ dòng điện cuộn dây đạt cực đại. Hiệu điện thế cực đại trên cuộn dây lúc này là:

A. $U_0 = 2,22V$ B. $U_0 = 3,33V$ C. $U_0 = 5,23V$ D. $U_0 = 2,83V$

Phân tích và hướng dẫn giải:

Thời gian nhỏ nhất mà năng lượng điện bằng năng lượng từ là

$$T_1 = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 4T_1 = 4.10^{-6}s$$

Năng lượng điện từ trong mạch:

$$W_0 = \frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow C = \frac{2W_0}{E^2} = \frac{2.10^{-6}}{4^2} = 0,125.10^{-6}F$$

Do C_1 nối tiếp C_2 và $C_1 = C_2$ nên $C_1 = C_2 = 2C = 0,25.10^{-6}F$

Khi đóng k_1, năng lượng trên các tụ điện bằng không, tụ C_1 bị loại khỏi hệ dao động nhưng năng lượng không bị C_1 mang theo, tức là năng lượng điện từ không đổi và bằng W_0.

$$\frac{1}{2}C_2U_0^2 = W_0 \Rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{C_2}} = \sqrt{\frac{2.10^{-6}}{0,25.10^{-6}}} = 2,83V$$ *Chọn D*

🕮 BÀI TẬP VẬN DỤNG

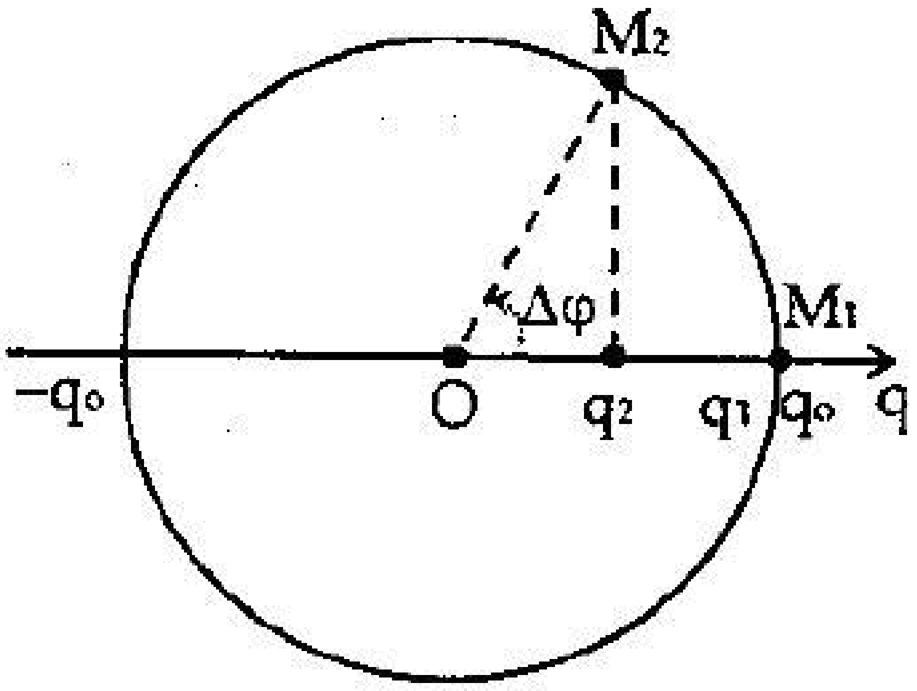
Câu 14: Một mạch dao động điện từ lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Tại thời điểm t = 0, tụ điện bắt đầu phóng điện. Sau khoảng thời gian ngắn nhất $\Delta t = 10^{-6}$s thì điện tích trên một bản tụ điện bằng một nửa giá trị cực đại. Tính chu kỳ dao động riêng của mạch.

A. $T = 6.10^{-6}s$ B. $T = 7.10^{-6}s$ C. $T = 8.10^{-6}s$ D. $T = 9.10^{-6}s$

Hướng dẫn giải:

Ở thời điểm đầu (t = 0), điện tích trên một bản tụ là: $q_1 = q_0$

Sau khoảng thời gian ngắn nhất Δt, điện tích trên một bản tụ điện là: $q_2 = \frac{q_0}{2}$



Ta có: $\Delta\varphi = \widehat{M_1OM_2} = \frac{\pi}{3}$ rad

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\pi}{3}.\frac{T}{2\pi} = \frac{T}{6}$$

Vậy, chu kì dao động riêng của mạch là: $T = 6\Delta t = 6.10^{-6}$s. *Chọn A*

Câu 15: Một mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Điện tích trên một bản tụ điện có biểu thức: $q = q_0\cos(10^6\pi t - \frac{\pi}{2})$ (C). Kể từ thời điểm ban đầu(t = 0), sau một khoảng thời gian ngắn nhất là bao lâu thì năng lượng điện trường trên tụ điện bằng ba lần năng lượng từ trường ở cuộn cảm?

A. $T = 2.10^{-6}$s B. $T = 3,5.10^{-6}$s C. $T = 4.10^{-6}$s D. Đáp số khác

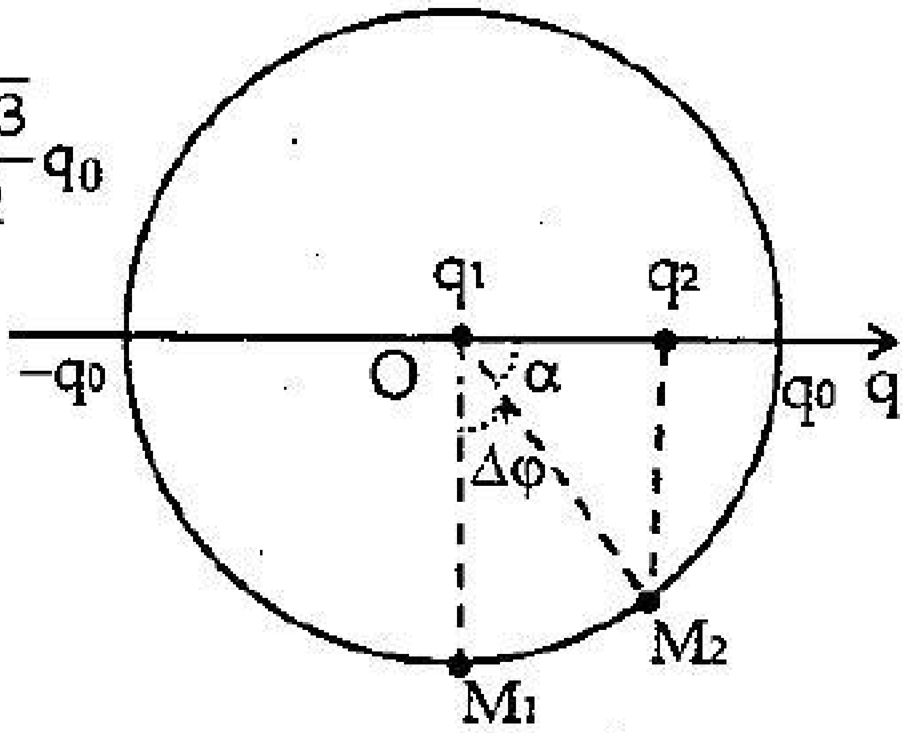
Hướng dẫn giải:

Ở thời điểm ban đầu t = 0, điện tích trên một bản tụ là $q_1 = 0$.

Sau đó một khoảng thời gian ngắn nhất Δt, thì $W_L = \frac{1}{3}W_C$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{3}W_C + W_C = \frac{4}{3}W_C$$

$$\Leftrightarrow \frac{q_0^2}{2C} = \frac{4}{3}\frac{q_2^2}{2C} \Rightarrow q_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}q_0 \text{ hoặc } q_2 = -\frac{\sqrt{3}}{2}q_0$$



Ta có: $\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega}$ với $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} - \alpha$;

mà: $\cos\alpha = \frac{q_2}{q_0} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{3}$

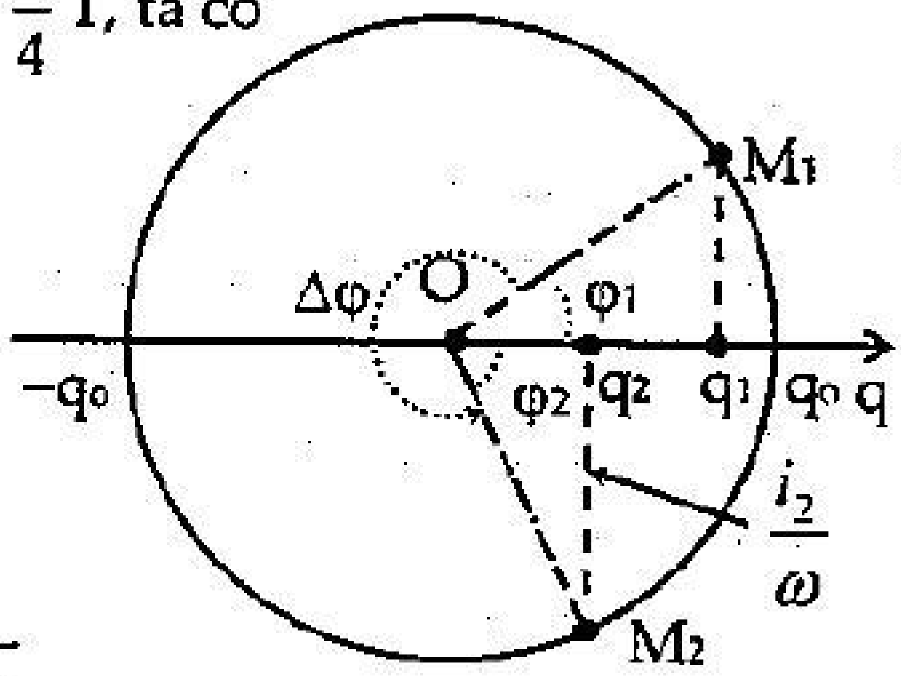
Vậy: $\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\pi}{3.10^6\pi} = \frac{10^{-6}}{3}$s. *Chọn D*

Câu 16: Một mạch dao động LC lí tưởng có chu kì dao động là T. Tại một thời điểm điện tích trên tụ điện bằng 6.10^{-7}C, sau đó một khoảng thời gian $\Delta t = 3T/4$ cường độ dòng điện trong mạch bằng $1,2\pi.10^{-3}$A. Tìm chu kỳ T.

A. $T = 6.10^{-3}$s B. $T = 3.10^{-4}$s C. $T = 10^{-3}$s D. $T = 9.10^{-6}$s

Hướng dẫn giải:

Giả sử ở thời điểm ban đầu t_1, điện tích trên tụ điện có giá trị q_1. Ở thời điểm t_2, sau đó một khoảng thời gian $\Delta t = \frac{3}{4}T$, ta có



$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T}.\frac{3T}{4} = \frac{3\pi}{2}\text{rad}$$

Theo giản đồ véctơ: $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

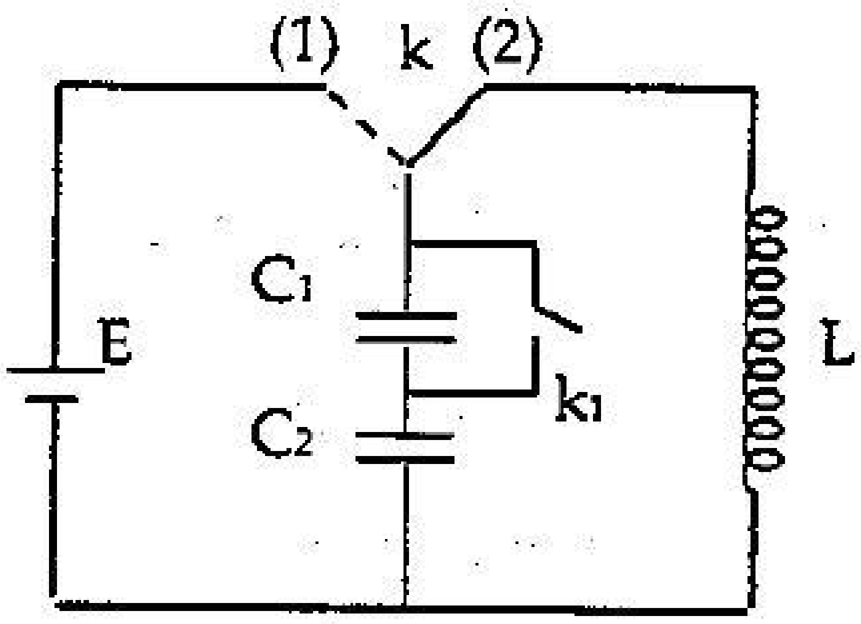
$\Rightarrow \sin\varphi_2 = \cos\varphi_1$ (1)

Từ công thức: $q_0^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2} \Rightarrow \sin\varphi_2 = \frac{i_2}{\omega q_0}$

Do đó, (1) $\Leftrightarrow \frac{i_2}{\omega q_0} = \frac{q_1}{q_0} \Rightarrow \omega = \frac{i_2}{q_1} = \frac{1,2\pi.10^{-3}}{6.10^{-7}} = 2000\pi\,\text{rad/s}$

Vậy : $T = 10^{-3}$s. *Chọn C.*

Câu 17: Trong mạch dao động (h.vẽ) bộ tụ điện gồm 2 tụ C_1 và C_2 giống nhau được cấp năng lượng $W_0 = 10^{-6}$J từ nguồn điện một chiều có suất điện động E = 4V. Chuyển K từ (1) sang (2). Cứ sau những khoảng thời gian như nhau: $T_1 = 10^{-6}$s thì năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm bằng nhau. Cường độ dòng điện cực đại trong cuộn dây có giá trị:



A. $I_0 = 0,42$A B. $I_0 = 0,66$A C. $I_0 = 0,785$A D. $I_0 = 0,35$A

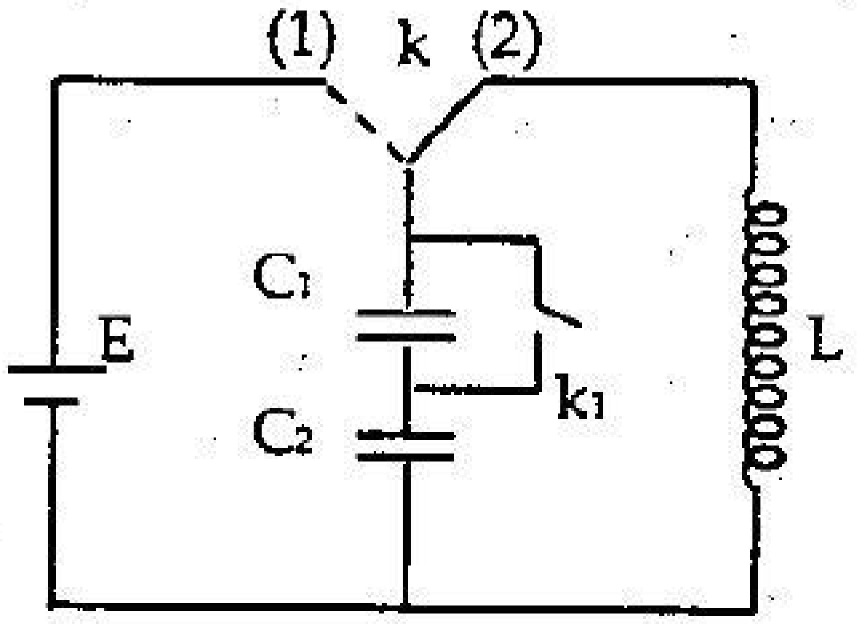
Phân tích và hướng dẫn giải:

Thời gian nhỏ nhất mà năng lượng điện bằng năng lượng từ là

$$T_1 = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 4T_1 = 4.10^{-6}\text{s}$$

Năng lượng điện từ trong mạch:

$$W_0 \frac{1}{2}CE^2 \Rightarrow C = \frac{2W_0}{E^2} = \frac{2.10^{-6}}{4^2} = 0,125.10^{-6}\text{F}$$



Do C_1 nối tiếp C_2 và $C_1 = C_2$ nên $C_1 = C_2 = 2C = 0,25.10^{-6}$F

Áp dụng công thức tính chu kỳ dao động của mạch để tính hệ số tự cảm

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = \frac{16.10^{-12}}{4.\pi^2.0,125.10^{-6}} = 3,24.10^{-6}\text{H}$$

Từ công thức năng lượng $\frac{1}{2}LI_0^2 = W_0 \Rightarrow I_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{L}} = \sqrt{\frac{2.10^{-6}}{3,24.10^{-6}}} = 0,785A$

Chọn C

Câu 18: Hai tụ điện $C_1 = C_2$ mắc song song. Nối hai đầu bộ tụ với ắc qui có suất điện động E = 6V để nạp điện cho các tụ rồi ngắt ra và nối với cuộn dây thuần cảm L để tạo thành mạch dao động. Sau khi dao động trong mạch đã ổn định, tại thời điểm dòng điện qua cuộn dây có độ lớn bằng một nửa giá trị dòng điện cực đại, người ta ngắt khóa K để cho mạch nhánh chứa tụ C_2 hở. Kể từ đó, hiệu điện thế cực đại trên tụ còn lại C_1 là:

A. $3\sqrt{3}$.　　B. 3.　　C. $3\sqrt{5}$.　　D. $\sqrt{2}$

Hướng dẫn giải:

Gọi C_0 là điện dung của mỗi tụ điện

Năng lượng của mạch dao động khi chưa ngắt tụ C_2:

$$W_0 = \frac{CU^2}{2} = \frac{2C_0E^2}{2} = 36C_0$$

Khi $i = \frac{I_0}{2}$, năng lượng từ trường $W_L = Li^2 = \frac{1}{4}\frac{LI_0^2}{2} = \frac{W_0}{4} = 9C_0$

Khi đó năng lượng điện trường $W_C = \frac{3W_0}{4} = 27C_0$;

Năng lượng điện trường của mỗi tụ: $W_{C1} = W_{C2} = 13,5C_0$

Sau khi ngắt một tụ năng lượng còn lại của mạch là

$W = W_L + W_{C1} = 22,5C_0$

$W = \frac{C_1U_1^2}{2} = \frac{C_0U_1^2}{2} = 22,5C_0 \Rightarrow U_1^2 = 45 \Rightarrow U_1 = 3\sqrt{5}$. *Chọn C*

Câu 19: Trong mạch dao động lí tưởng LC có dao động điện từ tự do (dao động riêng) với tụ điện có điện dung riêng C = 2nF. Tại thời điểm t_1 cường độ dòng điện trong mạch I = 5mA, sau đó $\frac{T}{4}$ hiệu điện thế giữa hai bản tụ u = 10V. Độ tự cảm của cuộn dây?

A. 40μH　　B. 8 mH　　C. 2,5 mH　　D.

Hướng dẫn giải:

Lúc t_1 thì $I = 5.10^{-3}$A thì $I_0 = I\sqrt{2} = 5\sqrt{2}.10^{-3}$ A

Và $\left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = \frac{1}{2} \Leftrightarrow u = \pm U_0\frac{\sqrt{2}}{2}$

Sau khoảng thời gian $\frac{T}{4}$ thì điện áp hai bản tụ

$$u = U_0\frac{\sqrt{2}}{2} = 10 \Rightarrow u_0 = 10\sqrt{2}V$$

Mà $I_0 = q_0\omega = CU_0\omega \Rightarrow \omega = \frac{I_0}{CU_0} = \frac{5\sqrt{2}.10^{-3}}{2.10^{-9}.10\sqrt{5}} = 250000(rad/s)$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = 8.10^{-3}H$. *Chọn C*

Câu 20: Cho hai mạch dao động lí tưởng L_1C_1 và L_2C_2 với $C_1 = C_2 = 0{,}1\mu F$; $L_1 = L_2 = 1\mu H$. Ban đầu tích điện cho tụ C_1 đến hiệu điện thế 6V và tụ C_2 đến hiệu điện thế 12V rồi cho mạch dao động. Xác định thời gian ngắn nhất kể từ khi mạch dao động bắt đầu dao động đến khi hiệu điện thế trên 2 tụ C_1 và C_2 chênh nhau 3V

A. $\frac{10^{-6}}{3}(s)$ B. $\frac{10^{-6}}{6}(s)$ C. $\frac{10^{-6}}{2}(s)$ D. $\frac{10^{-6}}{12}(s)$

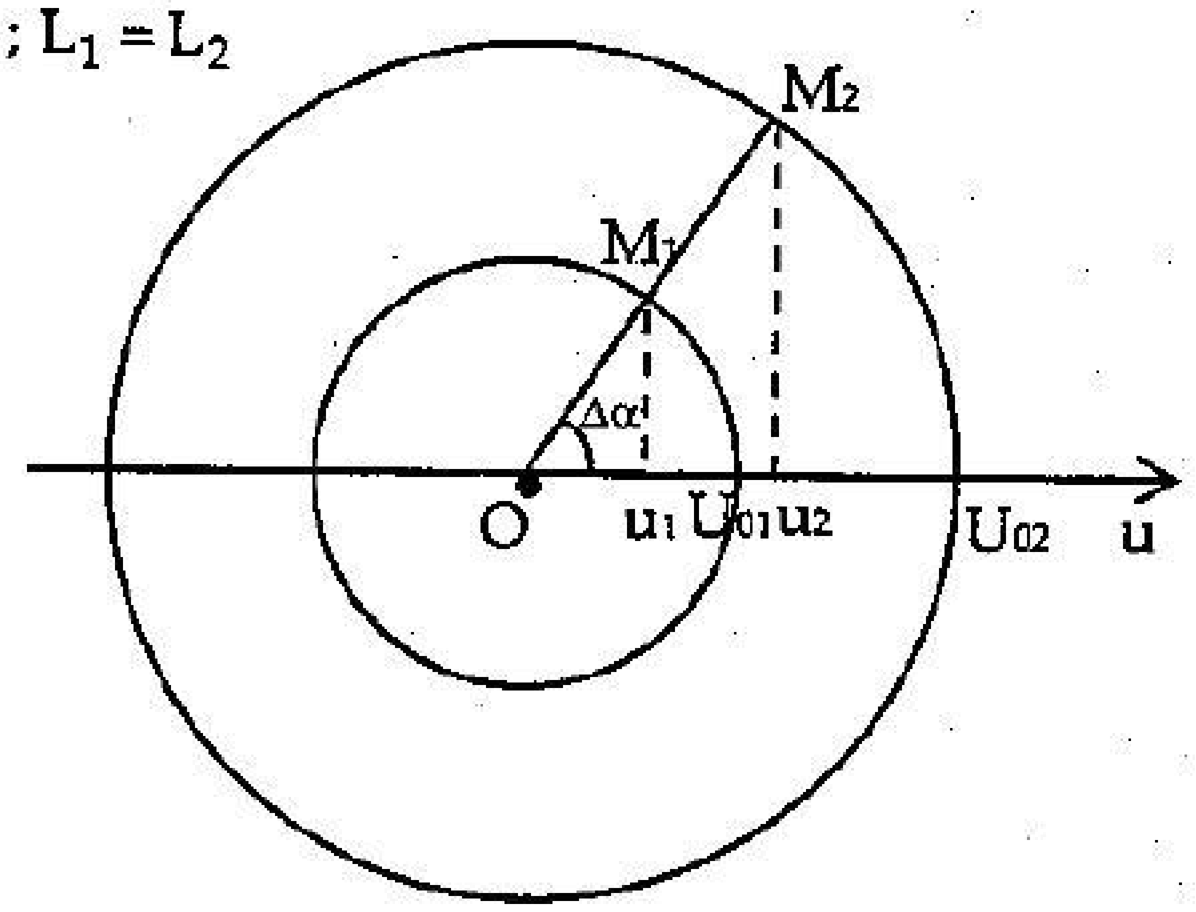
Hướng dẫn giải:

Hai mạch dao động có $C_1 = C_2$; $L_1 = L_2$

nên $\omega_1 = \omega_2 = \omega = \frac{1}{\sqrt{L_1C_1}}$

Khi cho hai mạch bắt đầu dao động cùng một lúc thì hiệu điện thế giữa hai bản tụ của mỗi mạch dao động biến thiên cùng tần số góc.

Ta biểu diễn bằng hai đường tròn như hình vẽ



Tại thời điểm t kể từ lúc bắt đầu dao động, hiệu điện thế trên mỗi tụ là u_1, u_2

Theo bài toán: $u_2 - u_1 = 3V$ (1)

Từ hình vẽ, ta có: $\frac{U_{02}}{U_{01}} = \frac{u_2}{u_1} = 2$ (2)

Từ (1) và (2), ta được:

$u_1 = 3V = \frac{U_{01}}{2} \Rightarrow \Delta\alpha = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\alpha}{\omega} = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{10^{-6}}{3}(s)$. *Chọn A*

Câu 21: Ăng-ten sử dụng một mạch dao động LC lý tưởng để thu sóng điện từ, trong đó cuộn dây có L không đổi, tụ điện có điện dung C thay đổi được. mỗi sóng điện từ đều tạo ra trong mạch dao động một suất điện động cảm ứng. xem rằng các sóng điện từ có biên độ cảm ứng từ đều bằng nhau. Khi điện dung của tụ điện $C_1 = 1\mu F$ thì suất điện động cảm ứng hiệu dụng trong mạch do sóng điện từ tạo ra là $E_1 = 4,5\ \mu V$. khi điện dung của tụ điện $C_2 = 9\mu F$ thì suất điện động cảm ứng hiệu dụng do sóng điện từ tạo ra là

A. $E_2 = 1,5\ \mu V$ B. $E_2 = 2,25\ \mu V$ C. $E_2 = 13,5\ \mu V$ D. $E_2 = 9\ \mu V$

Hướng dẫn giải:

Từ thông xuất hiện trong mạch $\Phi = NBS\cos\omega t$.

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong mạch :

$e = -\Phi' = NBS\omega\cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = E\sqrt{2}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ với $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ tần số góc của mạch dao động

$E = NBS\omega$ là suất điện động hiệu dụng xuất hiện trong mạch

$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} = 3 \Rightarrow E_2 = \frac{E_1}{3} = 1,5\mu V$. ***Chọn A***

Câu 22: Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến gồm một cuộn dây và một tụ xoay. Điện trở thuần của mạch là R (R có giá trị rất nhỏ). Điều chỉnh điện dung của tụ điện đến giá trị Co để bắt được sóng điện từ có tần số góc ω. Sau đó xoay tụ một góc nhỏ để suất điện động cảm ứng có giá trị hiệu dụng không đổi nhưng cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch thì giảm xuống n lần. Hỏi điện dung của tụ thay đổi một lượng bao nhiêu?

A. $2nR\omega C_0$. B. $nR\omega C_0^2$ C. $2nR\omega C_0^2$. D. $nR\omega C_0$.

Hướng dẫn giải:

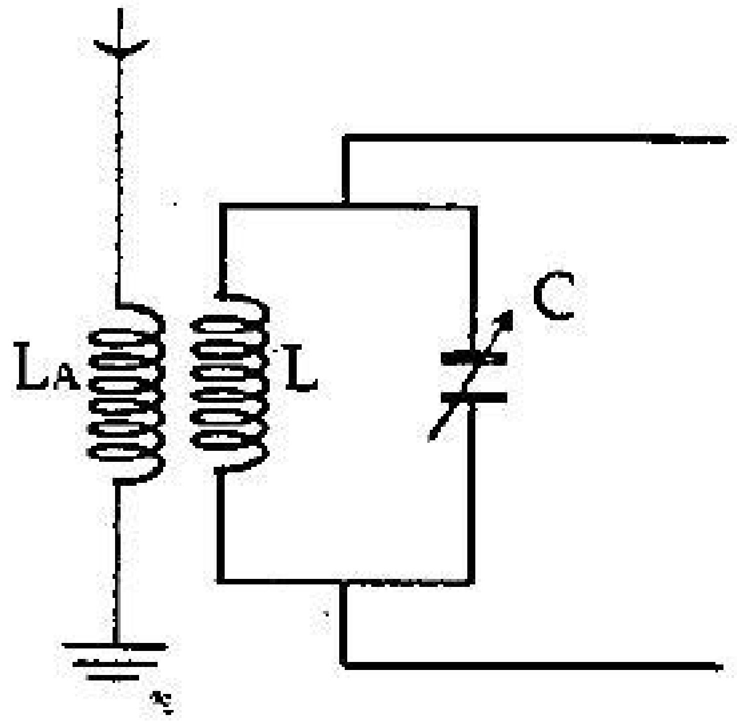
Để bắt được sóng điện từ tần số góc ω, cần phải điều chỉnh tụ điện C đến giá trị C_0 thì trong mạch dao động điện từ có hiện tượng cộng hưởng:

$Z_L = Z_{C0} \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C_0}$.

Suất điện động xuất hiện trong mạch có giá trị hiệu dụng $E \Rightarrow I = \frac{E}{R}$

+ Khi $C = C_0 + \Delta C$

$\Rightarrow$ Tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ tăng lên,



(với ΔC độ biến dung của tụ điện)

Cường độ hiệu dụng trong mạch

$I' = \frac{E}{Z} \Rightarrow \frac{I}{n} = \frac{E}{Z} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{E}{nR}$

$$\Rightarrow R^2+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2=n^2R^2$$

$$\Rightarrow (n^2-1)R^2=\left(\frac{1}{\omega C_0}-\frac{1}{\omega C}\right)^2=\frac{1}{\omega^2}\left(\frac{1}{C_0}-\frac{1}{C_0+\Delta C}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega^2}\frac{(\Delta C)^2}{C_0^2(C_0+\Delta C)^2}=n^2R^2-R^2$$

Vì R rất nhỏ nên $R^2\approx 0$ và tụ xoay một góc nhỏ nên $C_0+\Delta C\approx C_0$

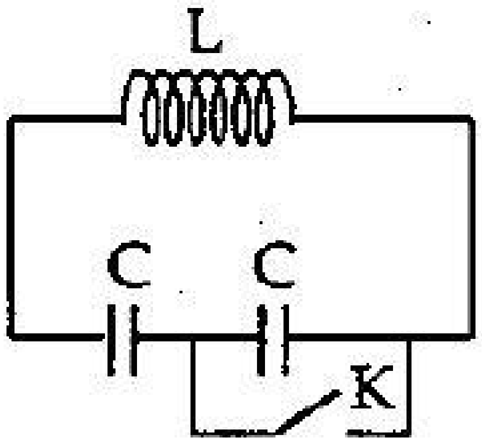
$\frac{1}{\omega}\frac{\Delta C}{C_0^2}=nR\Rightarrow \Delta C=nR\omega C_0^2$. *Chọn B*

Câu 23: Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn dây thuần cảm và hai tụ điện giống hệt nhau ghép nối tiếp. Hai bản của một tụ được nối với nhau bằng khóa K. Ban đầu khóa K mở cung cấp năng lượng cho mạch dao động thì điện áp cực đại giữa hai đầu cuộn cảm là $8\sqrt{6}$ V. Sau đó vào đúng thời điểm dòng điện qua cuộn dây có cường độ bằng giá trị hiệu dụng thì đóng khóa K. Hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu cuộn dây sau khi đóng khóa K:

A. $12\sqrt{3}$ (V).   B. 12 (V).   C. 16 (V).   D. $14\sqrt{6}$ (V)

Hướng dẫn giải:

Năng lượng ban đầu của mạch: $W_0=\dfrac{\frac{C}{2}U_0^2}{2}=\dfrac{CU_0^2}{4}=96C$



Khi nối tắt một tụ (đóng khoá k).

$W_L=\dfrac{LI^2}{2}=\dfrac{1}{2}\dfrac{LI_0^2}{2}=\dfrac{1}{2}W_0=48C$

Năng lượng của tụ còn lại $W_C=\dfrac{1}{2}(W_0-W_L)=24C$

Năng lượng của mạch sau khi đóng khóa K : $W=W_L+W_C$

$\Rightarrow \dfrac{CU_{max}^2}{2}=48C+24C=72C\Rightarrow (U\text{max})^2=144\Rightarrow U_{max}=12V.$

Chọn B

Câu 24: Trong mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ cực đại xuống còn một nửa giá trị cực đại là $1{,}5.10^{-4}$ s. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa giá trị đó là

A. 2.10^{-4} s.   B. 6.10^{-4} s.   C. 12.10^{-4} s.   D. 3.10^{-4} s.

Hướng dẫn giải:

* Khi $W_C = \frac{1}{2}W_{cmax} = \frac{1}{2}W \Rightarrow q = \frac{Q_0}{\sqrt{2}}$

* Thời gian để điện tích của tụ điện giảm từ Q_0 đến $\frac{Q_0}{\sqrt{2}}$ là $\frac{T}{8}$

nên $T = 8.1,5.10^{-4}s = 12.10^{-4}s$

* Thời gian ngắn nhất để điện tích của tụ điện giảm từ Q_0 đến $\frac{Q_0}{2}$ là

$\frac{T}{6} = 2.10^{-4}$ s ⇒ *Chọn A.*

Câu 25: Mạch dao động điện từ LC gồm một cuộn dây có độ tự cảm 50 mH và tụ điện có điện dung $5\mu F$. Nếu mạch có điện trở thuần $10^{-2}\Omega$, để duy trì dao động trong mạch với hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ điện là 12V thì phải cung cấp cho mạch một công suất trung bình bằng

A. 72 mW. B. 72 μW. C. 36μW D. 36 mW

Hướng dẫn giải:

* $W = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow I_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{L}} = 12\sqrt{\frac{5.10^{-6}}{5.10^{-2}}} = 0,124$

* Công suất cần cung cấp: $P = I^2.R = \frac{I_0^2.R}{2} = \frac{0,12^2.10^{-2}}{2} = 7,2.10^{-5}W = 72\mu W$

⇒ *Chọn B.*

Dạng 4. ĐIỆN TỪ TRƯỜNG, SÓNG ĐIỆN TỪ, THÔNG TIN LIÊN LẠC BẰNG VÔ TUYẾN

Câu 26: Trong mạch dao động LC có điện trở thuần bằng không thì

A. năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm và biến thiên với chu kỳ bằng chu kỳ dao động riêng của mạch.

B. năng lượng điện trường tập trung ở cuộn cảm và biến thiên với chu kỳ bằng chu kỳ dao động riêng của mạch.

C. năng lượng từ trường tập trung ở tụ điện và biến thiên với chu kỳ bằng nửa chu kỳ dao động riêng của mạch.

D. năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và biến thiên với chu kỳ bằng nửa chu kỳ dao động riêng của mạch.

Hướng dẫn giải:

Trong mạch dao động LC có điện trở thuần bằng không thì

A. Sai, vì năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm và biến thiên với chu kỳ bằng một nửa chu kỳ dao động riêng của mạch.

B. **Sai,** vì năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và biến thiên với chu kỳ bằng một nửa chu kỳ dao động riêng của mạch.

C. **Sai,** vì năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm và biến thiên với chu kỳ bằng nửa chu kỳ dao động riêng của mạch.

D. **Đúng,** vì năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và biến thiên với chu kỳ bằng nửa chu kỳ dao động riêng của mạch.

Câu 27: Đối với sự lan truyền sóng điện từ thì

A. véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$.

B. véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn cùng phương với phương truyền sóng.

C. véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn vuông góc với phương truyền sóng.

D. véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ cùng phương với phương truyền sóng còn vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ vuông góc với véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$.

Hướng dẫn giải:

Đối với sự lan truyền sống điện từ thì

A. **Sai,** vì véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ vuông góc với phương truyền sóng và véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$.

B. **Sai,** vì véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn vuông góc với phương truyền sóng.

C. **Đúng,** vì véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn vuông góc với phương truyền sóng.

D. **Sai,** vì véctơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với phương truyền sóng và vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$.

Câu 28: Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về năng lượng dao động điện từ tự do (dao động riêng) trong mạch dao động điện từ LC không điện trở thuần?

A. Khi năng lượng điện trường giảm thì năng lượng từ trường tăng.

B. Năng lượng điện từ của mạch dao động bằng tổng năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.

C. Năng lượng từ trường cực đại bằng năng lượng điện từ của mạch dao động.

D. Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên điều hòa với tần số bằng một nửa tần số của cường độ dòng điện trong mạch.

Hướng dẫn giải:

Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về năng lượng dao động điện từ tự do (dao động riêng) trong mạch dao động điện từ LC không điện trở thuần?

A. **Đúng**, vì năng lượng điện từ bảo toàn.

B. **Đúng**, vì Năng lượng điện từ của mạch dao động bằng tổng năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm và luôn bảo toàn.

C. **Đúng**, vì Năng lượng từ trường cực đại bằng năng lượng điện từ của mạch dao động.

D. **Sai**, vì Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên điều hòa với tần số gấp đôi tần số của cường độ dòng điện trong mạch.

Câu 29: Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây sai?

A. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.

B. Năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

C. Điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

D. Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch luôn cùng tăng hoặc luôn cùng giảm.

Hướng dẫn giải:

Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây sai?

A. **Đúng**, vì cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.

B. **Đúng**, vì năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

C. **Đúng**, vì điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$

D. **Sai**, vì năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch không thể cùng tăng hoặc cùng giảm vì năng lượng điện từ bảo toàn.

Câu 30: Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

A. Sóng điện từ là sóng ngang.

B. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.

C. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn cùng phương với vectơ cảm ứng từ.

D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Hướng dẫn giải:

A. **Đúng,** vì sóng điện từ có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng nên sóng điện từ là sóng ngang.

B. **Đúng,** vì Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ và vuông góc với phương truyền sóng.

C. **Sai,** vì khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.

D. **Đúng,** vì sóng điện từ lan truyền được trong tấc cả các môi trường kể cả trong chân không.

Câu 31: Sóng điện từ

A. là sóng dọc hoặc sóng ngang.

B. là điện từ trường lan truyền trong không gian.

C. có thành phần điện trường và thành phần từ trường tại một điểm dao động cùng phương.

D. không truyền được trong chân không.

Hướng dẫn giải:

A. **Sai,** vì sóng điện từ luôn là sóng ngang.

B. **Đúng,** vì theo định nghĩa : sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian theo thời gian.

C. **Sai,** vì sóng điện từ có thành phần điện trường và thành phần từ trường tại một điểm dao động cùng pha và vuông phương nhau.

D. **Sai,** vì sóng điện từ truyền được trong tất cả các môi trường kể cả trong chân không.

Câu 32: Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về sóng điện từ?

A. Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó có thể bị phản xạ và khúc xạ.

B. Sóng điện từ truyền được trong chân không.

C. Sóng điện từ là sóng ngang nên nó chỉ truyền được trong chất rắn.

D. Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau.

Hướng dẫn giải:

A. **Đúng**, vì sóng điện từ tuân theo các định luật phản xạ và khúc xạ.

B. **Đúng**, vì sóng điện từ truyền được trong tất cả các môi trường kể cả trong chân không.

C. **Sai**, vì sóng điện từ là sóng ngang và nó truyền được trong tất cả các môi trường kể cả trong chân không.

D. **Đúng**, vì trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn đồng pha với nhau còn về phương thì vuông góc nhau.

Câu 33: Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây là **sai?**

A. Sóng điện từ mang năng lượng.

B. Sóng điện từ tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.

C. Sóng điện từ là sóng ngang.

D. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

Hướng dẫn giải:

A. **Đúng**, vì sóng điện từ mang năng lượng.

B. **Đúng**, vì sóng điện từ tuân theo các quy luật phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ.

C. **Đúng**, vì Sóng điện từ luôn luôn là sóng ngang trong mọi môi trường.

D. **Sai**, vì Sóng điện từ truyền được trong chân không.

Câu 34: Tại Hà Nội, một máy đang phát sóng điện từ. Xét một phương truyền có phương thẳng đứng hướng lên. Vào thời điểm t, tại điểm M trên phương truyền, vectơ cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại và hướng về phía Nam. Khi đó vectơ cường độ điện trường có

A. độ lớn cực đại và hướng về phía Tây.

B. độ lớn cực đại và hướng về phía Đông.

C. độ lớn bằng không.

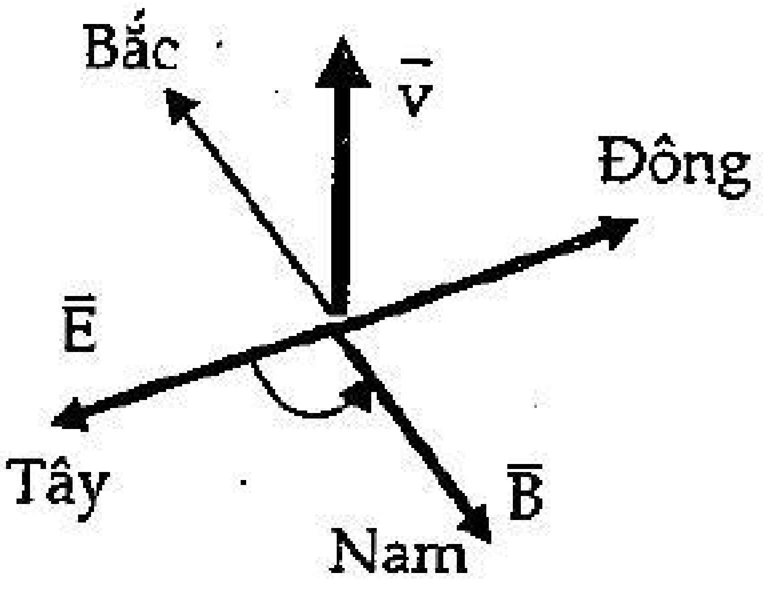
D. độ lớn cực đại và hướng về phía Bắc.

Hướng dẫn giải:

+ Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường luôn dao động cùng pha nhau, có phương dao động vuông góc với nhau.

+ Theo quy tắc nắm bàn tay phải, chiều quay từ điện trường đến từ trường nên theo hình vẽ ta chọn **đáp án A**

Hình vẽ:



Chú ý: Thật là khó nếu chúng ta không tưởng tượng được các phương trong không gian. Nếu chúng ta ở mặt đất, hướng mặt về phương bắc, lúc đó tay trái chúng ta ở hướng tây, tay phải ở hướng đông.

Câu 35: Phát biểu nào sai khi nói về sóng điện từ?

A. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường biến thiên theo thời gian với cùng chu kỳ.

B. Trong sóng điện từ, điện trường và từ trường luôn dao động lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

C. Sóng điện từ dùng trong thông tin vô tuyến gọi là sóng vô tuyến.

D. Sóng điện từ là sự lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên theo thời gian.

Hướng dẫn giải:

A. **Đúng,** trong sóng điện từ, điện trường và từ trường biến thiên theo thời gian với cùng chu kỳ và có chu kỳ bằng một nửa chu kỳ của mạch dao động.

B. **Sai,** vì trong sóng điện từ, điện trường và từ trường luôn dao động cùng pha và vuông phương.

C. **Đúng,** vì theo định nghĩa sóng điện từ dùng trong thông tin vô tuyến gọi là sóng vô tuyến.

D. **Đúng,** vì theo định nghĩa sóng điện từ là sự lan truyền trong không gian của điện từ trường biến thiên theo thời gian.

Câu 36: Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ, tức là làm cho biên độ của sóng điện từ cao tần (gọi là sóng mang) biến thiên theo thời gian với tần số bằng tần số của dao động âm tần. Cho tần số sóng mang là 800kHz. Khi dao động âm tần có tần số 1000Hz thực hiện một dao động toàn phần thì dao động cao tần thực hiện được số dao động toàn phần là

A. 800 B. 1000 C. 625 D. 1600

Hướng dẫn giải:

Theo bài ra, tần số sóng cao tần bằng 800 lần tần số sóng âm tần. Do vậy khi dao động âm tần thực hiện 1 dao động thì dao động cao tần thực hiện 800 dao động.

Chọn A

GIỚI THIỆU MỘT SỐ ĐỀ THI THỬ

ĐỀ THI THỬ SỐ 1

Câu 1: Một vật có khối lượng $2/\pi^2$ (kg) dao động điều hoà với tần số 5 (Hz) và biên độ 5 cm. Động năng cực đại là

A. 2,5 (J) B. 250 (J) C. 0,25 (J) D. 0,5 (J)

Câu 2: Một con lắc lò xo gồm một lò xo khối lượng không đáng kể, một đầu cố định và một đầu gắn với một viên bi nhỏ. Con lắc này đang dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Lực đàn hồi của lò xo tác dụng lên viên bi luôn hướng

A. về vị trí cân bằng của viên bi

B. theo chiều chuyển động của viên bi

C. theo chiều âm quy ước

D. theo chiều dương quy ước

Câu 3: Chọn phương án SAI khi nói về dao động tắt dần chậm.

A. Dao động tắt dần chậm là dao động có biên độ và tần số giảm dần theo thời gian.

B. Nguyên nhân làm tắt dần dao động của con lắc là lực ma sát của môi trường trong đó con lắc dao động.

C. Lực ma sát sinh công âm làm cơ năng của con lắc giảm dần.

D. Tuỳ theo lực ma sát lớn hay nhỏ mà dao động sẽ ngừng lại (tắt) nhanh hay chậm.

Câu 4: Cách tạo dòng điện xoay chiều nào sau đây phù hợp với nguyên tắc của máy phát điện xoay chiều?

A. Cho từ trường qua khung dây biến thiên.

B. Cho khung dây chuyển động tịnh tiến trong một từ trường đều.

C. Cho khung dây quay đều trong một từ trường đều quanh một trục nằm song song với đường cảm ứng từ.

D. Làm cho từ thông qua khung dây biến thiên điều hoà.

Câu 5: Hai máy phát điện xoay chiều một pha: máy thứ nhất có 2 cặp cực, rôto quay với tốc độ 1600 vòng/phút. Máy thứ hai có 4 cặp cực. Để tần số do hai máy phát ra như nhau thì rôto máy thứ hai quay với tốc độ là bao nhiêu?

A. 800 vòng/phút. B. 400 vòng/phút.

C. 3200 vòng/phút. D. 1600 vòng/phút.

Câu 6: Một máy biến thế có tỉ số vòng $\frac{n_1}{n_2} = 5$, hiệu suất 96% nhận một công suất 10(kW) ở cuộn sơ cấp và hiệu thế ở hai đầu sơ cấp là 1(kV), hệ số công suất của mạch thứ cấp là 0,8, thì cường độ dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp là:

A. 30(A) B. 40(A) C. 50(A) D. 60(A)

Câu 7: Có hai vật dao động điều hoà cùng biên độ A, với tần số 2Hz và 1Hz. Lúc đầu 2 vật đồng thời xuất phát từ vị trí cân bằng theo chiều dương. Khoảng thời gian ngắn nhất để 2 vật có cùng một li độ là:

A. 1/12 s. B. 1/3 s. C. 1/6 s. D. 0,5 s.

Câu 8: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về cường độ hiệu dụng và hiệu điện thế hiệu dụng?

A. Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của dòng điện không đổi.

B. Giá trị hiệu dụng của dòng điện đo được bằng ampe kế khung quay.

C. Hiệu điện thế hiệu dụng tính bởi giá trị cực đại chia cho căn hai

D. Hiệu điện thế hiệu dụng không đo được bằng vôn kế.

Câu 9: Với cùng một cường độ âm, tai người nghe thính nhất với âm có tần số

A. Từ 10000Hz đến 20000 Hz B. Từ 200 Hz đến dưới 1000 Hz

C. Từ 3000 Hz đến 80000Hz D. từ 1000 Hz đến 5000 Hz

Câu 10: Mạch dao động LC lí tưởng, tụ có điện dung 200 (pF). Năng lượng điện từ trong mạch là 1,44 pJ. Xác định hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ.

A. 20 (mV) B. 100 (mV) C. 60 (mV) D. 120 (mV)

Câu 11: Sóng dừng trên một sợi dây đàn hồi rất dài. Hai điểm A và B trên dây cách nhau 1 m. Điểm A là nút còn B là bụng. Biết tần số sóng khoảng từ 320 (Hz) đến 480 (Hz). Tốc độ truyền sóng là 320 (m/s). Tần số sóng là

A. 320 Hz B. 300 Hz C. 400 Hz D. 420 Hz

Câu 12: Âm cơ bản của một chiếc đàn ghi-ta có chu kì 2 (ms). Trong các tần số sau đây tần số nào không phải là hoạ âm của đàn đó.

A. 1200 Hz B. 1000 Hz C. 1500 Hz D. 5000 Hz

Câu 13: Một con lắc lò xo gồm lò xo vật nặng có khối lượng $\sqrt{2}$ (kg) dao động điều hoà với vận tốc cực đại 60 (cm/s). Tại vị trí có toạ độ $3\sqrt{2}$ (cm/s) thế năng bằng động năng. Tính độ cứng của lò xo.

A. $100\sqrt{2}$ (N/m) B. 100 (N/m) C. $10\sqrt{2}$ (N/m) D. $50\sqrt{2}$ (N/m)

Câu 14: Trong thí nghiệm giao thoa sóng, người ta tạo ra trên mặt nước hai nguồn sóng A, B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5\cos 10\pi t$cm. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 20cm/s.Một điểm N trên mặt nước với AN – BN = –10cm nằm trên đường cực đại hay cực tiểu thứ mấy, kể từ đường trung trực của AB?

A. Cực tiểu thứ 3 về phía A B. Cực tiểu thứ 4 về phía A

C. Cực tiểu thứ 4 về phía B D. Cực đại thứ 4 về phía A

Câu 15: Trong mạch dao động tụ điện được cấp một năng lượng 1 (μJ) từ nguồn điện một chiều có suất điện động 4 V. Cứ sau những khoảng thời gian như nhau 0,5 (μs) thì năng lượng trong tụ điện và trong cuộn cảm lại bằng nhau. Xác định độ tự cảm của cuộn dây.

A. $16/\pi^2$ (μH) B. $32/\pi^2$ (μH) C. $4/\pi^2$ (μH) D. $8/\pi^2$ (μH)

Câu 16: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 8\cos(2t - \frac{\pi}{6})$ cm. Thời điểm thứ 2010 vật qua vị trí có vận tốc $v = -8$ cm/s là:

A. 1005,5 s B. 1004,5 s C. 1005 s D. 1004 s

Câu 17: Biết bán kính Trái đất là R = 6400km, hệ số nở dài là $\alpha = 2.10^{-5}K^{-1}$. Một con lắc đơn dao động trên mặt đất ở 25⁰C. Nếu đưa con lắc lên cao 1,28km. Để chu kỳ của con lắc không thay đổi thì nhiệt độ ở đó là

A. 8⁰C. B.10⁰C. C. 3⁰C. D. 5⁰C.

Câu 18: Một mạch điện xoay chiều gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L_1 mắc nối tiếp với cuộn dây thứ hai có độ tụ cảm $L_2 = \frac{1}{2\pi}$ (H) và điện trở trong r = 50(Ω). Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 130\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) thì cường độ hiệu dụng trong mạch là 1(A). Để điện áp giữa hai đầu cuộn dây thứ hai đạt giá trị lớn nhất thì phải mắc nối tiếp thêm một tụ có điện dung là:

A. $C = \frac{10^{-3}}{2\pi}(F)$ B. $C = \frac{10^{-3}}{15\pi}(F)$ $C = \frac{10^{-3}}{12\pi}(F)$ D. $C = \frac{10^{-3}}{5\pi}(F)$

Câu 19: Khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp là 5 (m). Một thuyền máy đi ngược chiều sóng thì tần số va chạm của sóng vào thuyền là 4 Hz. Nếu đi xuôi chiều thì tần số va chạm là 2 Hz. Tính Tốc độ truyền sóng. Biết tốc độ của sóng lớn hơn tốc độ của thuyền.

A. 5 m/s B. 13 m/s C. 14 m/s D. 15 m/s

Câu 20: Điều nào sau đây là sai khi nói về động cơ không đồng bộ ba pha?

A. Hoạt động dựa trên cơ sở hiện tượng cảm ứng điện từ và sử dụng từ trường quay.

B. Từ trường quay trong động cơ là kết quả của việc sử dụng dòng điện xoay chiều một pha.

C. Biến đổi điện năng thành năng lượng khác.

D. Có hai bộ phận chính là Stato và Rôto.

Câu 21: Một vật dao động điều hoà xung quanh vị trí cân bằng O. Ban đầu vật đi qua O theo chiều dương. Sau thời gian $t_1 = \frac{\pi}{15}(s)$ vật chưa đổi chiều chuyển động và tốc độ giảm một nửa so với tốc độ ban đầu . Sau thời gian $t_2 = \frac{3\pi}{10}(s)$ vật đã đi được 12cm. Vận tốc ban đầu của vật là:

A. 25cm/s　　B. 30cm/s　　C. 20cm/s　　D. 40cm/s

Câu 22: Trong mạch dao động LC lí tưởng có dao động điện từ tự do. Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại xuống còn nửa giá trị cực đại là Δt_1. Thời gian ngắn nhất để điện tích trên tụ giảm từ giá trị cực đại xuống còn nửa giá trị cực đại là Δt_2. Tỉ số $\Delta t_1/\Delta t_2$ bằng:

A. 1　　B. 3/4　　C. 4/3　　D. 1/2

Câu 23: Trên đoạn mạch xoay chiều không phân nhánh có bốn điểm theo đúng thứ tự A, M, N và B. Giữa hai điểm A và M chỉ có điện trở thuần, giữa hai điểm M và N chỉ có cuộn dây, giữa 2 điểm N và B chỉ có tụ điện. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp 175V – 50 Hz thì điện áp hiệu dụng trên đoạn AM là 25 (V), trên đoạn MN là 25 (V) và trên đoạn NB là 175 (V). Hệ số công suất của toàn mạch là:

A.1/5.　　B.1/25.　　C.7/25.　　D.1/7.

Câu 24: Cho mạch điện xoay chiều RCL mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều ổn định có biểu thức dạng $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$, tần số góc thay đổi được. Khi $\omega = \omega_L = 40\pi$ (rad/s) thì U_L max.

Khi $\omega = \omega_C = 90\pi$ (rad/s) thì U_C max. Tìm ω để U_R max .

A. 50π　　B. 150π　　C. 60π　　D. 130π

Câu 25: Mạch điện AB gồm R, L, C nối tiếp, $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos\omega t$. Chỉ có R thay đổi được và $\omega^2 \neq \frac{1}{LC}$. Hệ số công suất của mạch điện đang bằng $\frac{\sqrt{2}}{2}$, nếu tăng R thì

A. tổng trở của mạch giảm.

B. công suất toàn mạch tăng.

C. hệ số công suất của mạch giảm.

D. hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu điện trở R tăng.

Câu 26: Hai nguồn sóng kết hợp cách nhau 11cm dao động với cùng phương trình $u = a\cos 20\pi t$ (mm) trên mặt nước, sóng lan truyền với tốc độ v = 0,4m/s và biên độ không đổi khi truyền đi. Hỏi điểm gần nhất dao động ngược pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách các nguồn bao nhiêu

A. 5,5 cm　　B. 11 cm　　C. 8 cm　　D. 6 cm

Câu 27. Một đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM chỉ có biến trở R, đoạn mạch MB gồm điện trở thuần r mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Đặt vào AB một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng và tần số không đổi. Điều chỉnh R đến giá trị 80 Ω thì công suất tiêu thụ trên biến trở đạt cực đại và tổng trở của đoạn mạch AB chia hết cho 40. Khi đó hệ số công suất của đoạn mạch MB và của đoạn mạch AB tương ứng là

A..3/8 và 5/8. B. 33/118 và 113/160 .

C. 1/17 và $\sqrt{2}/2$. D. 1/8 và 3/8

Câu 28: đặt một điện áp xoay chiều $u = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) vào 2 đầu đoạn mạch gồm R, L, C mắc nối tiếp $R = 100\Omega$, $L = \frac{2}{\pi}(H)$, $C = \frac{100}{\pi}(\mu F)$. Công suất tức thời cực đại bằng

A. 242W B.484,3W C. 584,2W D. 342,2W

Câu 29: Mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có $L = \frac{0,4}{\pi}$ (H) mắc nối tiếp với tụ điện C. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp $u = U\sqrt{2}\cos\omega t(V)$.

Khi $C = C_1 = \frac{2.10^{-4}}{\pi}F$ thì $U_{Cmax} = 100\sqrt{5}$ (V). Khi C = 2,5 C_1 thì cường độ dòng điện trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Giá trị của U là:

A. 50V B. 100V C. $100\sqrt{2}$ V D. $50\sqrt{5}$ V

Câu 30: Cho mạch điện RLC, tụ điện có điện dung C thay đổi. Điều chỉnh điện dung sao cho điện áp hiệu dụng của tụ đạt giá trị cực đại, khi đó điện áp hiệu dụng trên R là 75 V. Khi điện áp tức thời hai đầu mạch là $75\sqrt{6}$V thì điện áp tức thời của đoạn mạch RL là $25\sqrt{6}$V . Điện áp hiệu dụng của đoạn mạch là

A. $75\sqrt{6}$V B. $75\sqrt{3}$V C. 150 V. D. $150\sqrt{2}$V

Câu 31: Trong mạch điện xoay chiều RLC, các phần tử R, L, C nhận được năng lượng cung cấp từ nguồn điện xoay chiều. Năng lượng từ phần tử nào không được hoàn trả trở về nguồn điện?

A. Điện trở thuần. B. Tụ điện và cuộn cảm thuần.

C. Tụ điện. D. Cuộn cảm thuần.

Câu 32: Một con lắc lò xo nằm ngang có k = 10N/m có một đầu cố định đầu kia gắn vào vật m= 100g, vật chuyển động có ma sát trên mặt bàn nằm ngang dọc theo trục của lò xo. Ban đầu vật được đưa đến vị trí lò xo bị nén 6cm rồi buông nhẹ. Vật đến vị trí lò xo nén 4 cm có vận tốc 40cm/s. Khi qua vị trí lò xo không biến dạng lần thứ nhất, vật có vận tốc bằng

A . $40\sqrt{2}$cm/s B. $40\sqrt{3}$cm/s C. $20\sqrt{6}$cm/s D. $40\sqrt{5}$cm/s

Câu 33: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 30\sqrt{2}$ V vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp. Biết cuộn dây thuần cảm, có độ cảm L thay đổi được. Khi điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây đạt cực đại thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện là 30V. Giá trị hiệu điện thế hiệu dụng cực đại hai đầu cuộn dây là:

A. 60V B. 120V C. $30\sqrt{2}$ V D. $60\sqrt{2}$ V

Câu 34: Con lắc lò xo gồm vật nặng M = 300g, lò xo có độ cứng k = 200N/m lồng vào một trục thẳng đứng như hình bên. Khi M đang ở vị trí cân bằng, thả vật m = 200g từ độ cao h = 3,75cm so với M. Lấy $g = 10m/s^2$. Bỏ qua ma sát. Va chạm là mềm. Sau va chạm cả hai vật cùng dao động điều hòa. Chọn trục tọa độ thẳng đứng hướng lên, gốc tọa độ là vị trí cân bằng của M trước khi va chạm, gốc thời gian là lúc va chạm. Phương trình dao động của hai vật là

A. $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right) - 1(cm)$ B. $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right) + 1(cm)$

C. $x = 2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(cm)$ D. $x = 2\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(cm)$

Câu 35: Một mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp. Cho biết hiệu điện thế giữa hai đầu mạch và cường độ dòng điện qua đoạn mạch lần lượt có biểu thức :

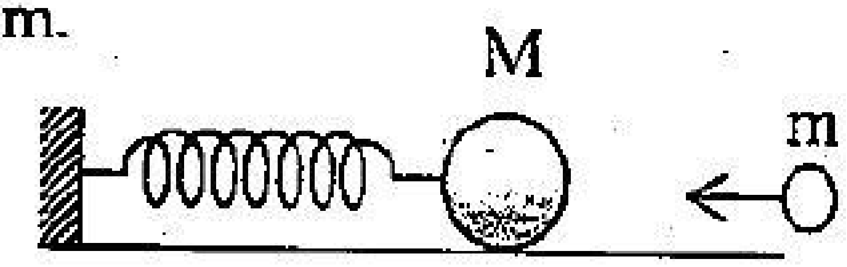
$u = 80\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (V) và $i = -4\sin100\pi t$ (A). Mạch điện gồm

A. R và C. B. R và L. C. L và C. D. R, L, C bất kỳ.

Câu 37: Cho cơ hệ như hình bên.

Biết M = 1,8kg, lò xo nhẹ độ cứng k = 100N/m.

Một vật khối lượng m = 200g chuyển động với tốc độ v_0 = 5m/s đến va vào M (ban đầu đứng yên) theo trục của lò xo.



Hệ số ma sát trượt giữa M và mặt phẳng ngang là μ = 0,2. Coi va chạm hoàn toàn đàn hồi xuyên tâm. Tốc độ cực đại của M sau khi lò xo bị nén cực đại là

A. 1 m/s B. 0,8862 m/s C. 0.4994 m/s D. 0, 4212 m/s

Câu 38: Nguyên tắc hoạt động mạch chọn sóng trong máy thu thanh dựa trên hiện tượng:

A. Cộng hưởng dao động điện từ.

B. Tổng hợp hai dao động điện từ bất kì.

C. Sóng dừng.

D. Giao thoa sóng.

Câu 39: Một mạch điện xoay chiều gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L_1 mắc nối tiếp với cuộn dây thứ hai có độ tự cảm $L_2 = \dfrac{1}{2\pi}$ (H) và điện trở trong $r = 50(\Omega)$. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 130\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V) thì cường độ hiệu dụng trong mạch là 1(A). Để điện áp giữa hai đầu cuộn dây thứ hai đạt giá trị lớn nhất thì phải mắc nối tiếp thêm một tụ có điện dung là:

A. $C = \dfrac{10^{-3}}{2\pi}(F)$ B. $C = \dfrac{10^{-3}}{15\pi}(F)$ C. $C = \dfrac{10^{-3}}{12\pi}(F)$ D. $C = \dfrac{10^{-3}}{5\pi}(F)$

Câu 40: Một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \dfrac{0,4}{\pi}(H)$. Đặt vào hai đầu cuộn cảm điện áp xoay chiều có biểu thức $u = U_0\cos\omega t$(V). Ở thời điểm t_1 các giá trị tức thời của điện áp và cường độ dòng điện là: $u_1 = 100V$; $i_1 = -2,5\sqrt{3}$ A. Ở thời điểm t_2 tương ứng $u_2 = 100\sqrt{3}$ V; $i_2 = -2,5A$. Điện áp cực đại và tần số góc là

A. $200\sqrt{2}$ V; 100π rad/s. B. 200V; 120π rad/s.

C. $200\sqrt{2}$ V; 120π rad/s. D. 200V; 100π rad/s.

Câu 41: Một máy phát điện xoay chiều một pha phát ra suất điện động $e = 1000\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V). Nếu roto quay với vận tốc 600 vòng/phút thì số cặp cực là:

A. 5 B. 4 C. 10 D. 8

Câu 42: Hai tụ $C_1 = 3C_0$ và $C_2 = 6C_0$ mắc nối tiếp. Nối 2 đầu bộ tụ với pin có suất điện động E = 3V để nạp điện cho các tụ rồi ngắt ra và nối với cuộn dây thuần cảm L tạo thành mạch dao động điện từ tự do. Khi dòng điện trong mạch dao động đạt cực đại thì người ta nối tắt 2 cực của tụ C_1. Hiệu điện thế cực đại trên tụ C_2 của mạch dao động sau đó là:

A. 1 V B. 1,73 V C. 2 V D. 3 V

Câu 43: Điều nào sau đây là **sai** khi nói về động cơ không đồng bộ ba pha?

A. Hoạt động dựa trên cơ sở hiện tượng cảm ứng điện từ và sử dụng từ trường quay.

B. Từ trường quay trong động cơ là kết quả của việc sử dụng dòng điện xoay chiều một pha.

C. Biến đổi điện năng thành năng lượng khác.

D. Có hai bộ phận chính là Stato và Rôto.

Câu 44: Trong quá trình truyền tải điện năng đi xa cần tăng điện áp của nguồn lên bao nhiêu lần để giảm công suất hao phí trên đường dây đi 100 lần. Giả thiết công suất nơi tiêu thụ nhận được không đổi, điện áp tức thời u cùng pha với dòng điện tức thời i. Biết ban đầu độ giảm điện áp trên đường dây bằng 15% điện áp của tải tiêu thụ.

A. 4,3 lần B. 8,7 lần. C. 10 lần D. 5 lần

Câu 45: Mạch dao động điện từ gồm một cuộn cảm thuần L = 50mH và tụ điện C. Biết giá trị cực đại của cường độ dòng điện trong mạch là I_0 = 0,1A. Tại thời điểm năng lượng điện trường trong mạch bằng $1,6.10^{-4}$ J thì cường độ dòng điện tức thời có độ lớn là

A. 0,06A B. 0,10A C. 0,04A D. 0,08A

Câu 46: Một con lắc lò xo đang cân bằng trên mặt phẳng nghiêng một góc 37^0 so với phương ngang. Tăng góc nghiêng thêm 16^0 thì khi cân bằng lò xo dài thêm 2cm. Bỏ qua ma sát, lấy $g \approx 10m/s^2$; $\sin 37^0 \approx 0,6$. Tần số góc dao động riêng của con lắc là:

A. 10(rad/s) B. 12,5(rad/s) C. 15(rad/s) D.5(rad/s)

Câu 47: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp AB cách nhau một đoạn 12cm đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng với bước sóng 1,6cm. Gọi C là một điểm trên mặt nước cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của đoạn AB một khoảng 8cm. Hỏi trên đoạn CO, số điểm dao động ngược pha với nguồn là:

A. 5 B. 2 C. 3 D. 4.

Câu 48: Cơ năng của một vật dao động điều hòa

A. bằng động năng của vật khi vật tới vị trí cân bằng.

B. tăng gấp đôi khi biên độ dao động của vật tăng gấp đôi.

C. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ bằng một nửa chu kỳ dao động của vật.

D. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ bằng chu kỳ dao động của vật.

Câu 49: Hai con lắc lò xo giống nhau có khối lượng vật nặng m = 10 (g), độ cứng lò xo K = $100\pi^2$ N/m dao động điều hòa dọc theo hai đường thẳng song song kề liền nhau (vị trí cân bằng hai vật đều ở gốc tọa độ). Biên độ của con lắc thứ nhất lớn gấp đôi con lắc thứ hai. Biết rằng hai vật gặp nhau khi chúng chuyển động ngược chiều nhau. Khoảng thời gian giữa ba lần hai vật nặng gặp nhau liên tiếp là

A. 0,03 (s) B. 0,01 (s) C. 0,04 (s) D. 0,02 (s)

Câu 50: Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ, độ cứng $k = 50N/m$, một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ khối lượng $m_1 = 100g$. Ban đầu giữ vật m_1 tại vị trí lò xo bị nén 10 cm, đặt một vật nhỏ khác khối lượng $m_2 = 400g$ sát vật m_1 rồi thả nhẹ cho hai vật bắt đầu chuyển động dọc theo phương của trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa các vật với mặt phẳng ngang $\mu = 0,05$. Lấy $g = 10m/s^2$. Thời gian từ khi thả đến khi vật m_2 dừng lại là:

A. 2,16 s. B. 0,31 s. C. 2,21 s. D. 2,06 s.

Hướng dẫn giải

Câu 1: $W_{d\,max} = W = \frac{m(\omega A)^2}{2} = \frac{m(2\pi.A)^2}{2} = 0,25J$

Câu 2: Một con lắc lò xo gồm một lò xo khối lượng không đáng kể, một đầu cố định và một đầu gắn với một viên bi nhỏ. Con lắc này đang dao động điều hòa theo phương nằm ngang. Lực đàn hồi của lò xo tác dụng lên viên bi luôn hướng

A. **Đúng**, vì con lắc lò xo đặt nằm ngang thì lực đàn hồi chính là lực kéo về mà lực kéo về luôn hướng về vị trí cân bằng của viên bi.

B. **Sai**, vì lực kéo về là một đại lượng vecto có chiều thay đổi khi chất điểm qua vị trí cân bằng.

C. **Sai**, vì lực kéo là một đại lượng vecto nên có thể dương, âm hoặc bằng không.

D. **Sai**, vì lực kéo là một đại lượng vecto nên có thể dương, âm hoặc bằng không.

Vì thế chọn A

Câu 3: Chọn phương án SAI khi nói về dao động tắt dần chậm.

A. **Sai**, vì dao động tắt dần chậm là dao động có biên độ và năng lượng giảm dần chậm theo thời gian. (không phải tần số)

B. **Đúng**, vì dao động tắt dần là do lực cản của môi trường gây nên.

C. **Đúng**, vì lực ma sát luôn ngược chiều với chiều chuyển động của vật nên sinh công âm làm cơ năng của con lắc giảm dần.

D. **Đúng**, vì dao động tắt dần phụ thuộc vào lực cản của môi trường.

Vì thế câu này chọn A

Câu 4: Cách tạo dòng điện xoay chiều nào sau đây phù hợp với nguyên tắc của máy phát điện xoay chiều?

A. **Sai**, vì cho từ trường qua khung dây biến thiên chỉ tạo ra dòng điện cảm ứng.

B. **Sai**, vì muốn tạo ra dòng điện xoay chiều thì phải làm cho từ thông qua khung dây biến thiên điều hòa. Cho khung dây chuyển động tịnh tiến trong một từ trường đều thì số đường sức qua khung dây không đổi nên từ thông không biến thiên.

C. Sai, vì cho khung dây quay đều trong một từ trường đều quanh một trục nằm song song với đường cảm ứng từ thì từ thông không thay đổi vì góc hợp bởi vecto pháp tuyến của khung dây và từ trường không đổi.

D. Đúng, làm cho từ thông qua khung dây biến thiên điều hoà.

Chọn D

Câu 5: Khi $f_1 = f_2$ thì $n_1p_1 = n_2p_2 \Rightarrow n_2 = \frac{n_1p_1}{p_2} = \frac{1600.2}{4} = 800$ vòng/phút.

Vậy chọn A.

Câu 6: Ta có $H = \frac{P_2}{P_1} = 0,96 \Rightarrow P_2 = 0,96P_1 = 0,96.10 = 9,6(KW) = 9600(W)$

Theo công thức: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$. Suy ra: $U_2 = \frac{N_2}{N_1}.U_1 = \frac{U_1}{5}$ =1000/5 = 200V.

Từ đó: $P_2 = U_2I_2\cos\varphi \Rightarrow I_2 = \frac{P_2}{U_1\cos\varphi}. = \frac{9600}{200.0,8} = 60A$

Vậy cường độ dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp là: 60A. *Chọn D*

Câu 7:

Chu kì $T_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{2}(s) < T_2 = \frac{1}{f_2} = 1(s) \Rightarrow$ Trong thời gian $\Delta t < \frac{T_1}{4} = \frac{1}{8}(s)$ thì hai con lắc đang đuổi nhau nên không gặp nhau.

Khi vật (1) (có chu kyø nhỏ) tới biên ($\Delta t = 1/8(s)$) thì con lắc (2) đang tới vị trí $A/\sqrt{2}$ (Vì $1/8(s) = T_2/8$) $\Rightarrow$ Thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng li độ không lớn hơn $\Delta t < \frac{T_1}{4} + \frac{T_1}{8} = \frac{3}{16}$

Tóm lại: $\frac{1}{8} < \Delta t < \frac{3}{16}$ Chỉ đáp án C thỏa mãn:

Thực ra thì vật (1) qua biên và ngược lại vị trí $x = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ thì gặp vật (2) tới đó.

Thật vậy: $\Delta t = \frac{T_1}{4} + \frac{T_1}{12} = \frac{T_1}{3} = \frac{1}{6}(s)$; $\Delta t = \frac{T_2}{6} = \frac{1}{6}(s)$. *Chọn C*

Câu 8: Theo định nghĩa về giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện hiệu dụng thì cường độ dòng điện hiệu dụng bằng cường độ dòng điện cực đại chi cho căn hai. **Vì thế trong câu này chọn C**

Câu 9: Chọn D

Hướng dẫn : $\begin{cases} \text{Tai người nghe được âm có tần số từ } 16\text{Hz đến } 20000\text{Hz} \\ \text{Tai người nghe thính nhất âm có tần số từ } 1000\text{Hz đến } 5000\text{Hz} \\ \text{Âm người phát ra có tần số từ } 200\text{Hz đến } 1000\text{Hz} \end{cases}$

Câu 10:

Áp dụng công thức tính năng lượng điện từ ta có:

$W = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{2W}{C}} = 120(mV)$. *Chọn D*

Câu 11:

Sóng dừng trên dây một đầu tự do, một đầu cố định thỏa mãn:

$AB = (k+0,5)\frac{\lambda}{2} = (k+0,5)\frac{v}{2f} \Rightarrow f = 160.(k+0,5)$

Theo bài ra ta có: $320 \le f = 160.(k+0,5) \le 480 \Rightarrow k = 2 \Rightarrow f = 400Hz$. *Chọn C*

Câu 12:

Tần số âm cơ bản: $f_1 = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.10^{-3}} = 500Hz$

Tần số họa âm bậc k: $f_k = kf_1 \Rightarrow k = \frac{f_k}{f_1}$ với k là số nguyên

Với $f_k = 1200Hz \Rightarrow k = \frac{f_k}{f_1} = \frac{1200}{500} = 2,4 \notin Z$ suy ra đáp án A sai.

Với $f_k = 1000Hz \Rightarrow k = \frac{f_k}{f_1} = \frac{1000}{500} = 2 \in Z$ suy ra đáp án B **đúng.**

Với $f_k = 1500Hz \Rightarrow k = \frac{f_k}{f_1} = \frac{1500}{500} = 3 \in Z$ suy ra đáp án C **đúng.**

Với $f_k = 5000Hz \Rightarrow k = \frac{f_k}{f_1} = \frac{5000}{500} = 10 \in Z$ suy ra đáp án D **đúng.**

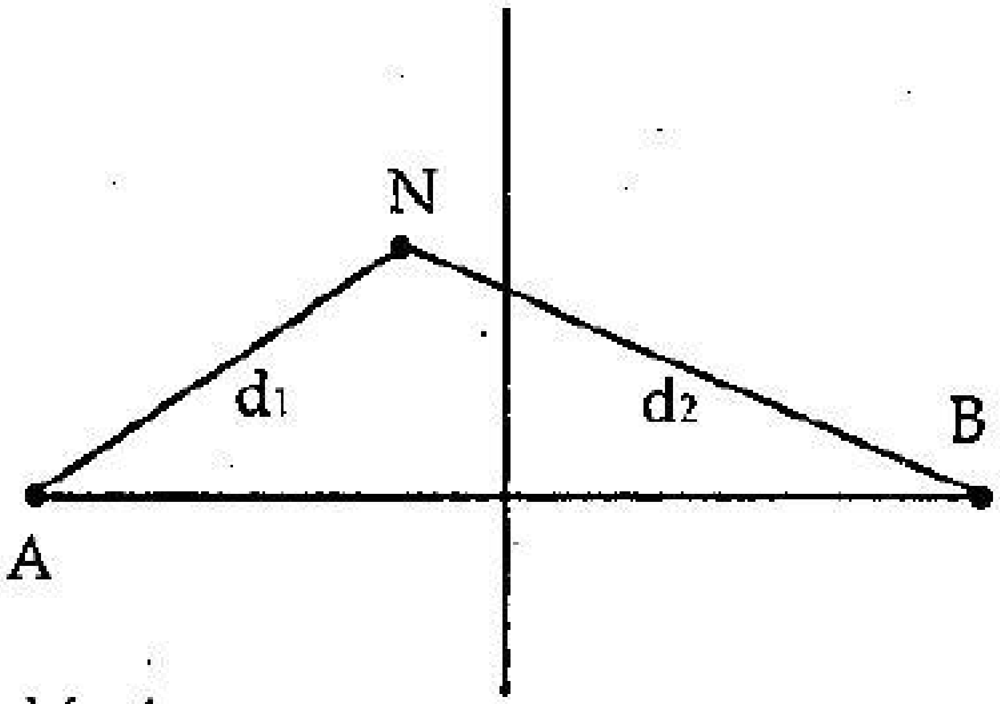
Vậy chọn A.

Câu 13: *Chọn A*

Hướng dẫn

$$\begin{cases} v_{max} = \omega A = 60cm/s \\ W = W_t + W_d \Rightarrow \frac{kA^2}{2} = 2.\frac{kx^2}{2} \Rightarrow A = x\sqrt{2} = 6cm \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \omega = 10rad/s \\ k = m\omega^2 = 100\sqrt{2}N/m \end{cases}$$

Câu 14:



Cách 1: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,2s$,

$\lambda = vT = 20.0,2 = 4cm$;

$AN - BN = -10$

$= (2k+1).\frac{\lambda}{2} = -10 \Rightarrow k = -3$

Như vậy N là điểm cực tiểu thứ 3 về phía A

Cách 2: Bước sóng $\lambda = v/f = 4$ cm

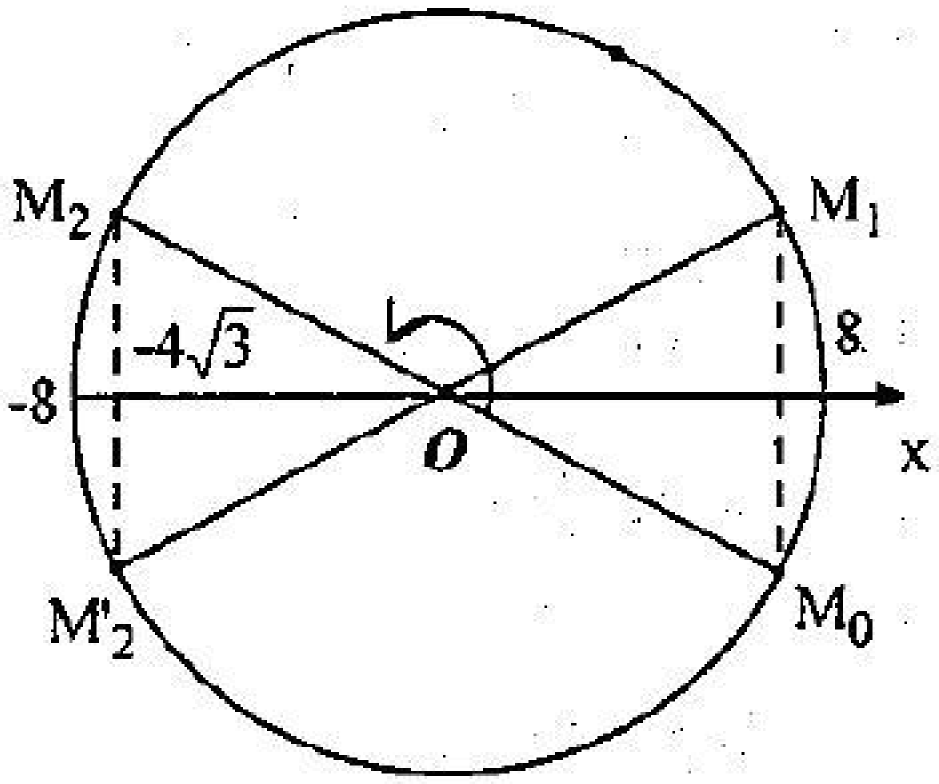
AN – BN = = $d_1 - d_2 = -10$ cm = $-2,5\lambda = (-3 + 0,5)\lambda$

Do đó điểm N nằm trên đường **cực tiểu thứ 3** về phía A kể từ đường trung trực. *Chọn A*

Câu 15:

Hướng dẫn: $\begin{cases} U_0 = E = 4V;\ W = \dfrac{CU_0^2}{2} = 10^{-6} \Rightarrow C = 0,125.10^{-6}F \\ \Delta t = \dfrac{T}{4} = \dfrac{\pi\sqrt{LC}}{2} = 0,5.10^{-6} \Rightarrow L = \dfrac{8}{\pi^2}\mu H \end{cases}$. *Chọn D*

Câu 16:



- Khi $t = 0 \Rightarrow \begin{cases} x_0 = 4\sqrt{3}(cm) \\ v_0 > 0 \end{cases}$

  ⇒ Ứng với điểm M_0 trên vòng tròn.
- Ta có $x = \sqrt{A^2 - \left(\dfrac{v}{\omega}\right)^2} = \pm 4\sqrt{3}(cm)$
- Vì $v < 0$ nên vật qua M_1 và M_2
- Qua lần thứ 2010 thì phải quay 1004 vòng rồi đi từ M_0 đến M_2.
- Góc quét $\Delta\varphi = 1004.2\pi + \pi \Rightarrow t = 1004,5$ s. *Chọn B*

Câu 17:

- Ở t_1 °C trên mặt đất, chu kỳ dao động của con lắc là : $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_1}{g}}$
- Ở t_2 °C và ở độ cao h, chu kỳ dao động của con lắc là : $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l_2}{g_h}}$
- Do $T_1 = T_2 \Leftrightarrow \dfrac{l_1}{g} = \dfrac{l_2}{g_h} \Rightarrow \dfrac{g_h}{g} = \dfrac{l_2}{l_1}$ (1)
- Mặt khác, ta có: $\dfrac{g_h}{g} = \left[\dfrac{R}{R+h}\right]^2 \approx 1 - \dfrac{2h}{R}$ (2)

  Và $\dfrac{l_2}{l_1} = \dfrac{1+\alpha t_2}{1+\alpha t_1} \approx 1 + \alpha(t_2 - t_1)$ (3)
- Từ (1) (2) (3) ta rút ra : $t_2 = t_1 - \dfrac{2h}{R\alpha} = 5^\circ C$. *Chọn D*

Câu 18:

- Ta có tổng trở của mạch: $Z = U/I = 130\Omega$.
- Mặt khác: $r^2 + (Z_{L1} + Z_{L2})^2 = Z^2 \Rightarrow (L_1 + L_2)^2 = \dfrac{Z^2 - r^2}{\omega^2} \Rightarrow L_1 + L_2 = \dfrac{1,2}{\pi}$

+ Khi mắc thêm tụ C vào mạch, lúc này:

$$U_{\text{dây}2} = I.Z_{\text{dây}2} = \frac{U}{Z}.Z_{\text{dây}2} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (Z_{L1} + Z_{L2} - Z_C)^2}}Z_{\text{dây}2}$$

+ Để điện áp giữa hai đầu cuộn dây 2 đạt lớn nhất, tức là trong mạch có cộng hưởng

$$Z_{L1} + Z_{L2} = Z_C \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = (L_1 + L_2)\omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2(L_1 + L_2)} = \frac{10^{-3}}{12\pi}(F)$$ *Chọn C*

Câu 19:

Khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp là một bước sóng suy ra $\lambda = 5$ (m)

+ Gọi v_t và v_s là tốc độ của thuyền và sóng.

+ Gọi f_1 và f_2 là tần số va chạm của sóng vào thuyền khi đi xuôi và đi ngược

+ Khi xuôi dòng: $v_s + v_t = \lambda.\ f_1$

+ Khi ngược dòng: $v_s - v_t = \lambda.\ f_2 \Rightarrow v_s = \frac{\lambda(f_1 + f_2)}{2} = \frac{5(4+2)}{2} = 15m/s$. *Chọn D*

Câu 20:

+ Trong động cơ không đồng bộ ba pha, để tạo ra từ trường quay ta phải sử dụng dòng điện xoay chiều ba pha

Vì thế trong câu này chọn B

Câu 21:

+ Phương trình dao động của vật: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

+ Khi t = 0: $t_0 = 0$ và $v_0 > 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$. Do đó: $x = A\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$.

+ Phương trình vận tốc: $v = -\omega A\sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = \omega A\cos(\omega t) = v_0\cos(\omega t)$

+ Tại thời điểm t_1: $v_1 = v_0\cos(\omega t_1) \Rightarrow v_0\cos(\omega\frac{\pi}{15}) = \frac{v_0}{2}$

$\Rightarrow \cos(\omega\frac{\pi}{15}) = 0{,}5 = \cos\frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega = 5$ rad/s

+ Chu kì dao động: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0{,}4\pi(s)$

+ Khoảng thời gian $t_2 = \frac{3\pi}{10} = \frac{3T}{4}$ vật đi được quãng đường là 3A = 12cm

$\Rightarrow$ Biên độ A = 12/3 = 4cm

+ Vận tốc ban đầu của vật chính là vận tốc của vật khi qua vị trí cân bằng:

$v_0 = \omega A = 20cm/s$. *Chọn C*

Câu 22:

+ Thời gian ngắn nhất để năng lượng điện trường giảm từ giá trị cực đại xuống còn một nửa tương ứng với: $q = q_0 \Rightarrow q = \frac{q_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow \Delta\varphi_1 = \frac{\pi}{4}$

+ Thời gian ngắn nhất để điện tích giảm từ giá trị cực đại xuống một nửa khi đó $\Delta\varphi_2 = \frac{\pi}{3}$

Mà: $\Delta t_1 = \frac{\Delta\varphi_1}{\omega}$; $\Delta t_2 = \frac{\Delta\varphi_2}{\omega} \Rightarrow \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\Delta\varphi_1}{\Delta\varphi_2} = \frac{3}{4}$. *Chọn B.*

Câu 23: Giả sử cuộn dây thuần cảm thì: $U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = U_{AB}^2$

Theo bài ra $25^2 + (25 - 175)^2 \neq 175^2 \Rightarrow$ cuộn dây không thuần cảm

Cuộn dây có điện trở thuần r:

Ta có $(U_R + U_r)^2 + (U_L - U_C)^2 = U^2$ (1)

Với $U_r^2 + U_L^2 = U_d^2$ (2)

Từ (1) và (2) ta thay số và giải hệ phương trình ta được: $U_r = 24V$; $U_L = 7V$

Hệ số công suất của mạch: $\cos\varphi = \frac{U_R + U_r}{U} = \frac{7}{25}$. *Chọn C*

Câu 24:

Nhận xét: Mạch RLC có ω thay đổi:

* Khi $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ thì $I_{Max} \Rightarrow U_{Rmax}$

* Khi $\omega = \frac{1}{C}\frac{1}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}$ thì $U_{L\max} = \frac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

* Khi $\omega = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$ thì $U_{C\max} = \frac{2U.L}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

Ta có $\omega = \omega_L = \frac{1}{C\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}$ và $\omega = \omega_c^{'} = \frac{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}}{L}$

Ta thấy $\omega_L\omega_C = \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

Mặt khác khi U_{Rmax} thì $\omega = \omega_0 = \sqrt{\omega_C\omega_L} = 60\pi$ rad/s. *Đáp án C*

Câu 25: Giả thiết ta có: $|Z_L - Z_C| = R_1$. Khi tăng R thì

$$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_L)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R^2}}} \uparrow \Rightarrow U_R = U.\cos\varphi \uparrow$$ *Chọn D*

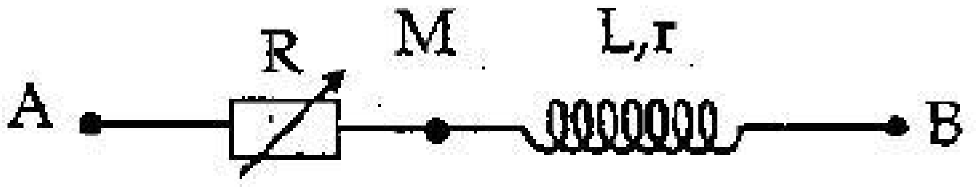
Câu 26: Phương trình dao động tại trung trực

$$u = 2a\cos\left(20\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right), \text{ do}: d_1 = d_2 = d$$

Dao động ngược pha nên:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} = (2k+1)\pi \Rightarrow d = \frac{(2k+1)\lambda}{2}, \text{ do}: d \geq \frac{S_1S_2}{2} \Rightarrow d_{min} = 6cm$$. *Chọn D*

Câu 27.



Công suất tỏa nhiệt trên biến trở:

$$P_R = I^2R = \frac{U^2R}{(R+r)^2 + Z_L^2} = \frac{U^2}{R + \dfrac{R^2 + Z_L^2}{R} + 2r}$$

$$P_R = P_{R\max} \text{ khi } R^2 = r^2 + Z_L^2 \Rightarrow r^2 + Z_L^2 = 80^2 = 6400$$

Ta có: $\cos\varphi_{MB} = \dfrac{r}{\sqrt{r^2 + Z_L^2}} = \dfrac{r}{80}$ với $r < 80\Omega$

$\Rightarrow \cos\varphi_{AB} = \dfrac{r+R}{\sqrt{(r+R)^2 + Z_L^2}} = \dfrac{r+R}{40n}$ với n nguyên dương,

Theo bài ra $Z = 40n$

$$Z^2 = 1600n^2 \Rightarrow (r+80)^2 + Z_L^2 = 1600n^2$$

$$\Rightarrow r^2 + 160r + 6400 + Z_L^2 = 1600n^2 \Rightarrow r = 10n^2 - 80.$$

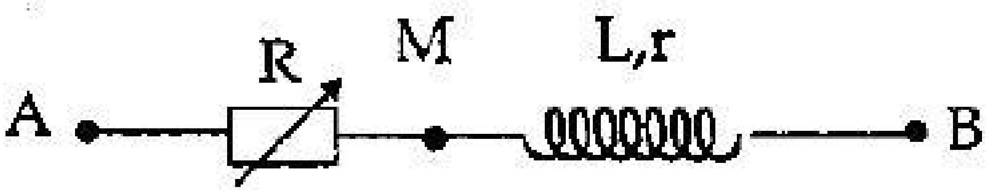
$$0 < r = 10n^2 - 80. < 80 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow r = 10\Omega$$

$$\Rightarrow \cos\varphi_{MB} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + Z_L^2}} = \frac{r}{80} = \frac{1}{8}$$

$$\cos\varphi_{AB} = \frac{r+R}{\sqrt{(r+R)^2 + Z_L^2}} = \frac{r+R}{40n} = \frac{90}{120} = \frac{3}{4}$$

Chọn D.

Câu 28:



- Cảm kháng: $Z_L = L.\omega = \dfrac{2}{\pi}.100\pi = 200\Omega$
- Dung kháng: $Z_C = \dfrac{1}{\omega.C} = \dfrac{1}{100\pi.\dfrac{10^{-4}}{\pi}} = 100\Omega$
- Tổng trở: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{100^2 + (200-100)^2} = 100\sqrt{2}\Omega$
- Cường độ dòng điện cực đại: $I_0 = \dfrac{U_0}{Z} = \dfrac{220\sqrt{2}}{100\sqrt{2}} = 2{,}2(A)$

Vậy biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là: $i = 3\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)(A)$

Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch:

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4} \Rightarrow i = 2{,}2\cos\left(100\pi - \frac{\pi}{4}\right)$$

Công suất tức thời:

$$p = ui = 484\sqrt{2}\cos(100\pi)\cos\left(100\pi - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$= 242\sqrt{2}\left[\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) + \cos\left(200\pi t - \frac{\pi}{4}\right)\right] = 242 + 242\sqrt{2}\cos\left(200\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$

$p_{max} = 242 + 242\sqrt{2} = 584{,}2W$. ***Chọn C***

Câu 29:

Khi $C = C_2 = 2{,}5C_1$ cường độ dòng điện trễ pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch, nên cuộn dây có điện trở R.

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_{C_2}}{R} = 1 \Rightarrow Z_L - Z_{C2} = R \Rightarrow Z_L = R + Z_{C2} = R + \frac{Z_{C1}}{2{,}5} = R + 0{,}4Z_{C1} \ (1)$$

Khi $C = C_1 = \frac{2.10^{-4}}{\pi}F$ thì U_{Cmax}

$$Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} \Leftrightarrow Z_C\left(R + 0{,}4Z_{C1}\right) = R^2 + \left(R + 0{,}4Z_{C1}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow 1{,}2Z_{C1}^2 + RZ_{C1} - 10R^2 = 0 \Leftrightarrow Z_{C1} = 2{,}5R \Rightarrow Z_L = 2R$$

Mặt khác:

$$U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} = \frac{U.\sqrt{R^2 + 4R^2}}{R} = U\sqrt{5} = 100\sqrt{5} \Rightarrow U = 100V$$

Chọn B

Câu 30: Điều chỉnh điện dung để Uc đạt cực đại thì điện áp u_{LR} vuông pha với u nên ta có

$$u = U_0\cos\Phi;\ u_{LR} = U_{0LR}\sin\Phi \Rightarrow \frac{u^2}{U_0^2} + \frac{u_{LR}^2}{U_{0LR}^2} = 1 \ (*)$$

Mặt khác áp dụng hệ thức lượng trong tam giác vuông ta có

$$\frac{1}{U_{0R}^2} = \frac{1}{U_0^2} + \frac{1}{U_{0LR}^2} \ (**)$$

Từ (*) và (**) tìm được $U_0^2 = \dfrac{u^2 - u_{LR}^2}{1 - \dfrac{u_{LR}^2}{U_{0R}^2}} = 72.25^2 \Rightarrow U = \dfrac{U_0}{\sqrt{2}} = 150V$

Chọn C.

Câu 31: Vì điện trở tiêu hao năng lượng dưới dạng nhiệt còn các phần tử còn lại không tiêu thụ công suất. *Chọn A*

Câu 32: Dùng biến thiên cơ năng:

$$W_2 - W_1 = A_{ms} \Rightarrow \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}kA^2 = -\mu mgS_1 \Rightarrow \mu = \frac{k\left(A^2 - x^2\right) - mv^2}{2mgS_1} = 0,1$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}kA^2 = -\mu mgS_2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{kA^2}{m} - 2\mu gS_2} = 0,2\sqrt{6}m/s = 20\sqrt{6}cm/s$$

Câu 33:

L thay đổi U_{Lmax} khi $Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$ (1) và $U_{Lmax} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$

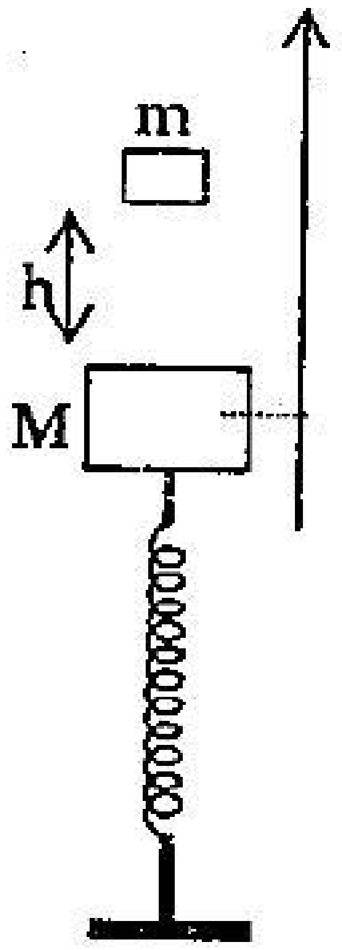
Ta có: $\dfrac{U}{Z} = \dfrac{U_C}{Z_C} \Rightarrow \dfrac{30\sqrt{2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{30}{Z_C} \Rightarrow 2Z_C^2 = R^2 + (Z_L - Z_C)^2$ (2)

Thế (1) vào (2) ta được phương trình:

$R^4 + Z_C^2R^2 - 2Z_C^4 = 0 \Rightarrow R^2 = Z_C^2 \Rightarrow R = Z_C$

Do đó $U_{Lmax} = \dfrac{UR\sqrt{2}}{R} = U\sqrt{2} = 60V$. *Chọn A.*

Câu 34:



+ Chọn mốc thế năng tại O (Vị trí cân bằng của M trước va chạm)
+ Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho m ta có :

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh} \approx 0,866m/s$$

+ AD định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$mv = (m + M)V \Rightarrow V = \frac{mv}{m + M} = 0,3464m/s$$

+ Khi có thêm vật m vị trí cân bằng mới O′ cách O một đoạn: $\Delta l = mg/k = 1cm$
+ Như vậy hệ (m + M) sẽ dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng O′ cách O một đoạn 1cm.
+ Phương trình dao động của hệ (m + M) khi gốc tọa độ tại O có dạng là: $x = A\cos(\omega t + \varphi) - 1$
+ Tần số góc: $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{M + m}} = 20(rad/s)$
+ Khi t = 0 $\begin{matrix} x_0 = 0 \\ v_0 = -V \end{matrix} \Leftrightarrow \begin{cases} A\cos\varphi - 1 = 0 \\ -\omega A\sin\varphi = -34,64 \end{cases}$

+ Giải hệ phương trình trên ta được : $A = 2$cm; $\varphi = \pi/3$

+ Phương trình dao động là: $x = 2\text{cis}(2\pi t + \pi/3) - 1$ (cm). *Chọn A*

Câu 35:

+ Ta có $i = -4\sin 100\pi t = 4\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ (A).

+ Do i sớm pha hơn u nên trong mạch phải chứa R và C.

+ Trường hợp R, L, C bất kỳ. Nếu $Z_L \ge Z_C$ thì không thỏa mãn điều kiện i sớm pha hơn u.

Chọn A

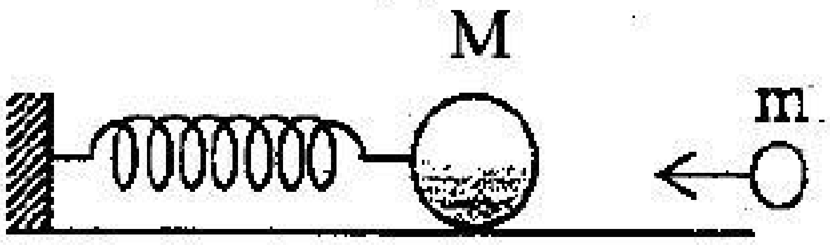
Câu 36:

+ Ta có: $A = 20$ cm; $x = 10$ cm; $v = 20\pi\sqrt{3}$.

+ Áp dụng công thức độc lập: $\omega = \sqrt{\frac{v^2}{A^2 - x^2}} = 2\pi\ \text{rad/s} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{s}$

Chọn B

Câu 37:



+ Chọn gốc tọa độ là vị trí lò xo bị nén cực đại, chiều dương từ trái sang phải

+ Định luật bảo toàn động lượng:

$$m\vec{v}_0 = m\vec{v}_1 + M\vec{v}_2 \Rightarrow mv_0 = mv_1 + Mv_2 \quad (1)$$

+ Động năng bảo toàn: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2}$ (2)

+ Từ (1), (2) có: $v_2 = \frac{2mv_0}{m + M} = 1\text{m/s}$ m/s

+ Định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{Mv_2^2}{2} = \frac{k(\Delta l_{max})^2}{2} + \mu Mg\Delta l_{max} \Rightarrow \Delta l_{max} = 0{,}103(\text{m})$$

+ Tốc độ của M đạt cực đại tại vị trí có:

$$F_{ms} = F_{dh} \Rightarrow \mu Mg = kx \Rightarrow x = \frac{\mu Mg}{k} = 0{,}036(\text{m})$$

+ Định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{k(\Delta l_{max})^2}{2} = \mu Mg(\Delta l_{max} - x) + \frac{Mv_{max}^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} \Rightarrow v_{max} \approx 0{,}4994\text{m/s}$$ *Chọn C*

Câu 38: *Chọn A*

+ Nguyên tắc hoạt động mạch chọn sóng trong máy thu thanh dựa trên hiện tượng cộng hưởng dao động điện từ.

Câu 39:

+ Ta có: $Z = U/I = 130\Omega$.

+ Mặt khác: $r^2 + (Z_{L1} + Z_{L2})^2 = Z^2 \Rightarrow (L_1 + L_2)^2 = \frac{Z^2 - r^2}{\omega^2} \Rightarrow L_1 + L_2 = \frac{1,2}{\pi}$

+ Khi mắc thêm tụ C vào mạch, lúc này:

$$U_{day2} = I.Z_{day2} = \frac{U}{Z}.Z_{day2} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (Z_{L1} + Z_{L2} - Z_C)}}Z_{day2}$$

+ Để điện áp giữa hai đầu cuộn dây 2 đạt lớn nhất, tức là trong mạch có cộng hưởng

$$Z_{L1} + Z_{L2} = Z_C \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = (L_1 + L_2)\omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2(L_1 + L_2)} = \frac{10^{-3}}{12\pi}(F)$$. ***Chọn C***

Câu 40:

+ Đoạn mạch chỉ chứa cuộn dây thuần cảm nên điện áp sớm pha hơn cường độ dòng điện $\pi/2$

+ Do: $u=U_0\cos\omega t \Rightarrow i = I_0\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{U_0}{\omega L}\sin\omega t$

+ Ta có biểu thức liên hệ: $u^2 + i^2\omega^2L^2 = U_0^2$

+ Tại thời điểm t_1 và t_2 ta có: $u_1^2 + i_1^2\omega^2L^2 = U_0^2$ và

$$u_2^2 + i_2^2\omega^2L^2 = U_0^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{u_2^2 - u_1^2}{(i_1^2 - i_2^2)L^2} \Rightarrow \omega = 100\pi(rad/s)$$

+ Vậy: $U_0 = \sqrt{u_2^2 + (i_2\omega L)^2} = 200(V)$. ***Chọn D***

Câu 41:

+ Ta có: $f = np \Rightarrow p = \frac{f}{n} = \frac{\omega}{2\pi n} = \frac{100\pi}{2\pi.\frac{600}{60}} = 5$. ***Chọn A***

Câu 42: Điện tích của bộ tụ sau khi nối với pin:

$$Q = C_BE = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}E = 2C_0E = 6C_0\,(V)$$

Năng lượng của mạch dao động $W = \frac{Q^2}{2C_B} = \frac{36C_0^2}{4C_0} = 9C_0$

Năng lượng của mạch sau khi nối tắt C_1

$$W = \frac{U_0^2C_2}{2} \Rightarrow U_0^2 = \frac{2W}{C_2} = \frac{18C_0}{6C_0} = 3 \Rightarrow U_0 = \sqrt{3}\ (V).$$ ***Chọn B.***

Câu 43: ***Chọn B***

+ Trong động cơ không đồng bộ ba pha, để tạo ra từ trường quay ta phải sử dụng dòng điện xoay chiều ba pha

Câu 44:

+ Gọi U; U_1; ΔU; I_1; ΔP_1 là điện áp nguồn, điện áp ở tải tiêu thụ, độ giảm điện áp trên đường dây, dòng điện hiệu dụng và công suất hao phí trên đường dây lúc đầu.

  U'; U_2; $\Delta U'$; I_2; ΔP_2 là điện áp nguồn, điện áp ở tải tiêu thụ, độ giảm điện áp trên đường dây, dòng điện hiệu dụng và công suất hao phí trên đường dây lúc sau.

+ Ta có: $\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}=\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2=\frac{1}{100}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\frac{1}{10}\Rightarrow\frac{\Delta U'}{\Delta U}=\frac{1}{10}$

+ Theo đề ra: $\Delta U=0,15.U_1\Rightarrow\Delta U'=\frac{0,15U_1}{10}$ (1)

+ Vì u và i cùng pha và công suất nơi tiêu thụ nhận được không đổi nên:

  $U_1.I_1=U_2.I_2\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\frac{I_1}{I_2}=10\Rightarrow U_2=10U_1$ (2)

+ Từ (1) và (2) ta có: $\begin{cases}U=U_1+\Delta U=(0,15+1).U_1\\ U'=U_2+\Delta U'=10.U_1+\frac{0,15.U_1}{10}=\left(10+\frac{0,15}{10}\right).U_1\end{cases}$

+ Do đó: $\frac{U'}{U}=\frac{10+\frac{0,15}{10}}{0,15+1}=8,7$. *Chọn B*

Câu 45:

+ Năng lượng điện từ của mạch:

  $W=W_C+W_L\Rightarrow\frac{1}{2}LI_0^2=W_C+\frac{1}{2}Li^2\Rightarrow i=\pm\sqrt{I_0^2-\frac{2W_C}{L}}$

+ Thay số: $I=\pm 0,06$ (A). *Chọn A*

Câu 46:

+ Tại VTCB: $k\Delta l_0=mg\sin\alpha\Rightarrow\Delta l_0=\frac{mg\sin\alpha}{k}$

+ Ta có: $\Delta l_{02}-\Delta l_{01}=\frac{mg}{k}\left[\sin(\alpha+\Delta\alpha)-\sin\alpha\right]$

  $\Rightarrow\frac{k}{m}=\frac{g\left[\sin(\alpha+\Delta\alpha)-\sin\alpha\right]}{\Delta l_{02}-\Delta l_{01}}=\frac{10\left(\sin\left(37^0+16^0\right)-\sin37^0\right)}{0,02}\approx100=\omega^2$

  $\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=10\text{rad/s}$. *Chọn A*

Câu 47:

+ Do hai nguồn dao động cùng pha nên để đơn giản ta cho pha ban đầu của chúng bằng 0.

Độ lệch pha giữa hai điểm trên phương truyền sóng: $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi d}{\lambda}$

+ Xét điểm M nằm trên đường trung trực của AB cách A một đoạn d_1 và cách B một đoạn d_2. Suy ra $d_1 = d_2$.

+ Mặt khác điểm M dao động ngược pha với nguồn nên $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi d_1}{\lambda} = (2k+1)\pi$

+ Hay: $d_1 = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} = (2k+1)\dfrac{1,6}{2} = (2k+1).0,8$ (1)

+ Ta có: $AO \le d_1 \le AC$ (2). Thay (1) vào (2) ta có :

$$\frac{AB}{2} \le (2k+1)0,8 \le \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2}$$

(Do $AO = \dfrac{AB}{2}$ và $AC = \sqrt{\left(\left(\dfrac{AB}{2}\right)^2 + OC^2\right)}$)

+ Tương đương: $6 \le (2k+1)0,8 \le 10 \Rightarrow 3,25 \le k \le 5,75 \Rightarrow \begin{cases} k = 4 \\ k = 5 \end{cases}$

+ Kết luận trên đoạn CO có 2 điểm dao động ngược pha với nguồn. *Chọn B*

Câu 48:

+ Ta có $W = W_t + W_d = W_{d\,max}$

$\Rightarrow$ Động năng cực đại khi vật qua vị trí cân bằng. *Chọn B*

Câu 49:

+ Giả sử chúng gặp nhau ở vị trí x_1, con lắc 1 đi về bên trái và con lắc 2 đi về bên phải. Sau nửa chu kỳ thì chúng lại gặp nhau tại vị trí x_2. Sau nửa chu kỳ tiếp hai con lắc lại gặp nhau ở vị trí x_1.

+ Vậy khoảng thời gian ba lần liên tiếp chúng gặp nhau là:

$\Delta t = (3-1)\dfrac{T}{2} = T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 0,02(s)$. *Chọn D*

Câu 50: Vật m_2 sẽ rời khỏi m_1 khi chúng đi qua vị trí mà lò xo không biến dạng(1/4 chu kỳ $= \pi/20(s)$). Khi đó m_2 có vận tốc thỏa mãn phương trình $\dfrac{mv^2}{2} = \dfrac{kA^2}{2} - \mu mgA \Rightarrow v = \sqrt{0,9}$ .Tiếp sau đó m_2 chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a = \mu g = 0,5m/s^2$. Vậy thời gian cần tìm $t = \dfrac{1}{4}T + \dfrac{v}{a} = 2,06s$.

Chọn D

ĐỀ THI THỬ SỐ 2

Câu 1: Mạch dao động của máy thu sóng vô tuyến có tụ điện với điện dung C và cuộn cảm với độ tự cảm L, thu được sóng điện từ có bước sóng 20 m. Để thu được sóng điện từ có bước sóng 40 m, người ta phải mắc song song với tụ điện của mạch dao động trên một tụ điện có điện dung C' bằng

A. C B. 4C C. 3C D. 2C

Câu 2: Phương trình dao động của vật dao động điều hòa là $x = 10\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(cm)$. Nhận xét nào là **Sai** về dao động này?

A. Lúc t = 0 vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương

B. Sau 0,25s kể từ t = 0 vật đã đi được quãng đường 10cm

C. Sau 0,5s kể từ t = 0 vật lại đi qua vị trí cân bằng.

D. Tốc độ của vật sau 1,5s kể từ t = 0 bằng tốc độ lúc t = 0.

Câu 3: Mạch LC dao động điều hoà, năng lượng tổng cộng được chuyển hết từ điện năng trong tụ điện thành năng lượng từ trong cuộn cảm mất 0,3μs. Chu kỳ dao động của mạch là

A. 1,2μs B. 1,8μs C. 0,15μs D. 0,3μs

Câu 4: Hai con lắc đơn treo cạnh nhau có chu kỳ dao động nhỏ là 4s và 4,8s. Kéo hai con lắc lệch một góc nhỏ như nhau rồi đồng thời buông nhẹ thì hai con lắc sẽ đồng thời trở lại vị trí này sau thời gian ngắn nhất

A. 6,248s B. 8,8s C. 12/11 s D. 24s

Câu 5: Khi hiệu điện thế thứ cấp máy tăng thế của đường dây tải điện là 200KV thì tỉ lệ hao phí do tải điện năng là 10%. Muốn tỉ lệ hao phí chỉ còn 2,5% thì hiệu điện thế cuộn thứ cấp phải

A. Tăng thêm 400KV B. Tăng thêm 200KV

C. Giảm bớt 400KV D. Giảm bớt 200KV

Câu 6: Một con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m = 200g, lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng k = 80N/m; đặt trên mặt sàn nằm ngang. Người ta kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng đoạn 3cm và truyền cho nó vận tốc 80cm/s. Cho g = 10m/s². Do có lực ma sát nên vật dao động tắt dần, sau khi thực hiện được 10 dao động vật dừng lại. Hệ số ma sát giữa vật và sàn là

A. 0,04. B. 0,15. C. 0,10. D. 0,05 .

Câu 7: Phương trình của một vật dao động điều hòa có dạng $x = 6\cos(\pi t + \pi)$ (cm/s). Xác định li độ và vận tốc của vật khi pha dao động bằng 30⁰

A. $\begin{cases} x = 3\sqrt{3}\text{cm} \\ v = -3\pi(\text{cm/s}) \end{cases}$ B. $\begin{cases} x = -3\text{cm} \\ v = -3\pi\sqrt{3}(\text{cm/s}) \end{cases}$

C. $\begin{cases} x = 3\text{cm} \\ v = 3\pi\sqrt{3}(\text{cm/s}) \end{cases}$ D. $\begin{cases} x = 3\text{cm} \\ v = -3\pi\sqrt{3}(\text{cm/s}) \end{cases}$

Câu 8: Dao động cơ học đổi chiều khi:

A. Hợp lực tác dụng có độ lớn cực tiểu.

B. Hợp lực tác dụng có độ lớn cực đại.

C. Hợp lực tác dụng bằng không.

D. Hợp lực tác dụng đổi chiều.

Câu 9: Đầu O của một sợi dây đàn hồi nằm ngang dao động điều hoà theo phương trình $x = 3\cos(4\pi t)$cm. Sau 2s sóng truyền được 2m. Li độ của điểm M trên dây cách O đoạn 2,5m tại thời điểm 2s là:

A. $x_M = -3$cm. B. $x_M = 0$ C. $x_M = 1{,}5$cm. D. $x_M = 3$cm.

Câu 10: Một tụ điện gồm có tất cả 19 tấm nhôm đặt song song, đan xen nhau, diện tích đối diện giữa hai bản là $S = 3{,}14\text{cm}^2$. Khoảng cách giữa hai tấm liên tiếp là d = 1mm. Mắc hai đầu tụ xoay với cuộn cảm L = 5(mH). Khung dao động này có thể bắt được sóng điện từ có bước sóng là

A. 967m B. 64,5m C. 942m D. 52,3m

Câu 11: Hai nguồn sóng kết hợp cách nhau 11cm dao động với cùng phương trình $u = a\cos 20\pi t$ (mm) trên mặt nước, sóng lan truyền với tốc độ v = 0,4m/s và biên độ không đổi khi truyền đi. Hỏi điểm gần nhất dao động ngược pha với nguồn trên đường trung trực của S_1S_2 cách các nguồn bao nhiêu

A. 5,5 cm B. 11 cm C. 8 cm D. 6 cm

Câu 12: Một con lắc lò xo đặt nằm ngang gồm vật M có khối lượng 400g và lò xo có hệ số cứng 40N/m đang dao động điều hòa xung quanh vị trí cân bằng với biên độ 5cm. Khi M qua vị trí cân bằng người ta thả nhẹ vật m có khối lượng 100g lên M (m dính chặt ngay vào M), sau đó hệ m và M dao động với biên độ

A. $2\sqrt{5}$cm B. 4,25cm C. $3\sqrt{2}$ cm D. $2\sqrt{2}$cm

Câu 13: Một dây đàn có chiều dài L, hai đầu cố định (là 2 nút). Sóng dừng trên dây có bước sóng dài nhất là

A. L/2 B. L/4 C. L D. 2L

Câu 14: Toa tàu chuyển động đều trên đường ray, chiều dài mỗi thanh ray là 15 m, giữa hai thanh ray có một khe hở. Tàu đi với vận tốc bao nhiêu thì con lắc lò xo dao động mạnh nhất?

A. 15 km/h B. 36 km/h C. 60 km/h D. 54 km/h

Câu 15: Đoạn mạch điện xoay chiều AB chỉ chứa một trong các phần tử: điện trở thuần, cuộn dây hoặc tụ điện. Khi đặt hiệu điện thế $u = U_0\cos(\omega t - \pi/6)$ lên hai đầu A và B thì dòng điện trong mạch có biểu thức $i = I_0\cos(\omega t + \pi/3)$. Đoạn mạch AB chứa

A. điện trở thuần B. cuộn dây có điện trở thuần

C. cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) D. tụ điện

Câu 16: Một cuộn dây có điện trở thuần r = 10(Ω) có độ tự cảm L = 0,159H mắc nối tiếp tụ điện có điện dung C = 1/π(mF) rồi mắc nối tiếp với biến trở R. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức u = 200cos100πt(V). Xác định giá trị biến trở để công suất tiêu thụ trên toàn mạch đạt cực đại.

A. 10 (Ω) B. 120 (Ω) C. 30(Ω) D. 40(Ω)

Câu 17: Chọn đáp án đúng: Một máy phát điện có 3 cặp cực phát ra dòng điện xoay chiều tần số 50 Hz. Số vòng quay của rôto trong một phút là

A. 50 vòng/phút B. 16,7 vòng/phút

C. 500 vòng/phút D. 1000 vòng/phút

Câu 18: Khi mắc tụ điện C_1 vào khung dao động thì tần số dao động riêng của khung là $f_1 = 9$kHz. Khi ta thay đổi tụ C_1 bằng tụ C_2 thì tần số dao động riêng của khung là $f_2 = 12$ kHz. Vậy khi mắc tụ C_1 nối tiếp tụ C_2 vào khung dao động thì tần số riêng của khung là:

A. 3 kHz B. 5,1 kHz C. 21 kHz D. 15 kHz

Câu 19: Mạch chọn sóng của một máy thu gồm một tụ điện có điện dung $100/\pi^2$ (pF) và cuộn cảm có độ tự cảm 1 (μH). Mạch dao động trên có thể bắt được sóng điện từ thuộc dải sóng vô tuyến nào?

A. Dài và cực dài B. Trung C. Ngắn D. Cực ngắn

Câu 20: Một đoạn mạch điện gồm tụ điện có điện dung $10^{-4}/\pi$ F mắc nối tiếp với điện trở 125Ω, mắc đoạn mạch vào mạng điện xoay chiều có tần số f. Tần số f phải bằng bao nhiêu để dòng điện lệch pha π/4 so với hiệu điện thế ở hai đầu mạch.

A. $f = 50\sqrt{3}$ Hz B. f = 40 Hz C. f = 50Hz D. f = 60Hz

Câu 21: Một con lắc lò xo có độ cứng k = 100N/m, vật nặng m =100g dao động tắt dần trên mặt phẳng nằm ngang do ma sát, với hệ số ma sát μ = 0,1. Ban đầu vật có li độ lớn nhất là 10cm. Lấy $g = 10m/s^2$. Tốc độ lớn nhất của vật khi qua vị trí cân bằng là:

A. 3,16m/s B. 2,43m/s C. 4,16m/s D. 3,13m/s

Câu 22: Một con lắc đơn có khối lượng m = 50g đặt trong một điện trường đều có véctơ cường độ điện trường $\vec{E}$ hướng thẳng đứng lên trên và độ lớn 5.10^3V/m. Khi chưa tích điện cho vật, chu kỳ dao động của con lắc là 2(s). Khi tích điện cho vật thì chu kỳ dao động của con lắc là π/2(s).

Lấy $g = 10m/s^2$ và $\pi^2 = 10$. Điện tích của vật là:

A. 4.10^{-5}C B. -4.10^{-5}C C. 6.10^{-5}C D. -6.10^{-5}C

Câu 24: Một vật dao động điều hoà trên quỹ đạo dài 8cm. Khi vật đi qua vị trí cân bằng thì vận tốc có độ lớn 0,4π(m/s). Chọn gốc thời gian là lúc vật qua vị trí $2\sqrt{3}$cm theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là:

A. $x = 4\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$(cm) B. $x = 4\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(cm)

C. $x = 2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(cm) D. $x = 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$(cm)

Câu 25: Khi tăng khối lượng vật nặng của con lắc đơn lên 2 lần và giảm chiều dài đi một nửa (coi biên độ góc không đổi) thì:

A. Chu kỳ dao động bé của con lắc đơn không đổi.

B. Tần số dao động bé của con lắc giảm đi 2 lần.

C. Cơ năng của con lắc khi dao động nhỏ không đổi.

D. Biên độ cong của con lắc tăng lên 2 lần.

Câu 26: Một âm thoa có tần số dao động riêng 850Hz được đặt sát miệng một ống nghiệm hình trụ đáy kín đặt thẳng đứng cao 80cm. Đổ dần nước vào ống nghiệm đến độ cao 30cm thì thấy âm được khuếch đại lên rất mạnh. Biết tốc độ truyền âm trong không khí có giá trị nằm trong khoảng 300m/s ≤ v ≤ 350m/s. Hỏi khi tiếp tục đổ nước thêm vào ống thì có thêm mấy vị trí của mực nước cho âm được khuếch đại mạnh?

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

Câu 27: Một mạch dao động LC gồm tụ điện C = 3000 pF và cuộn dây có độ tự cảm L = 28μH, điện trở r = 0,1Ω. Để dao động trong mạch được duy trì với điện áp cực đại trên tụ điện U_0 = 5V thì phải cung cấp cho mạch một công suất là bao nhiêu ?

A. 116,7mW B. 233mW C. 268μW D. 134 μW

Câu 28: Coi biên độ suất điện động cưỡng bức đặt vào mạch LC có điện trở $R \neq 0$ là không đổi, khi có cộng hưởng điện từ trong mạch thì

A. sự tiêu hao năng lượng trong mạch như cũ.

B. sự tiêu hao năng lượng trong mạch nhỏ nhất.

C. sự tiêu hao năng lượng trong mạch lớn nhất.

D. không có sự tiêu hao năng lượng trong mạch.

Câu 29: Một mạch dao động điện từ LC có $C = 5\mu F$; $L = 50mH$. Điện áp cực đại trên tụ là 6V. Khi năng lượng điện bằng 3 lần năng lượng từ thì năng lượng điện từ trong mạch có giá trị là:

A. $9.10^{-5}J$ B. $1.8.10^{-5}J$ C. $7,2.10^{-5}J$ D. $1,5.10^{-5}J$

Câu 30: Một đoạn mạch xoay chiều RLC không phân nhánh biết rằng điện trở thuần, cảm kháng, dung kháng là khác không. Phát biểu nào sau đây là đúng?

A. Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua các phần tử R, L, C luôn bằng nhau nhưng cường độ tức thời thì chưa chắc bằng nhau.

B. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch luôn bằng tổng điện áp hiệu dụng trên từng phần tử.

C. Điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch luôn bằng tổng điện áp tức thời giữa hai đầu từng phần tử.

D. Cường độ dòng điện và điện áp tức thời luôn khác pha nhau

Câu 31: Khi cho đi qua cùng một cuộn dây, một dòng điện không đổi sinh công suất gấp 6 lần một dòng điện xoay chiều. Tỉ số giữa cường độ dòng điện không đổi với giá trị cực đại của dòng xoay chiều là :

A. $\sqrt{3}$ B. $\sqrt{\frac{3}{2}}$ C. $\sqrt{2}$ D. $\frac{1}{\sqrt{2}}$

Câu 32: Một cuộn dây có điện trở thuần $R = 100\sqrt{3}\Omega$ và độ tự cảm $L = \frac{3}{\pi}H$ mắc nối tiếp với một đoạn mạch X có tổng trở Zx rồi mắc vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 120V, tần số 50Hz thì thấy dòng điện qua mạch điện có cường độ hiệu dụng bằng 0,3A và chậm pha 30^0 so với điện áp giữa hai đầu mạch. Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch X bằng:

A. $9\sqrt{3}W$ B. $18\sqrt{3}W$ C. 30W D. 40W

Câu 33: Cho đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở $R = 80\sqrt{3}\Omega$, tụ điện có dung kháng $Z_C = 100\Omega$ và cuộn dây thuần cảm mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 160\sqrt{6}\cos 100\pi t(V)$, thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện là 200V. Phát biểu nào sau đây là sai?

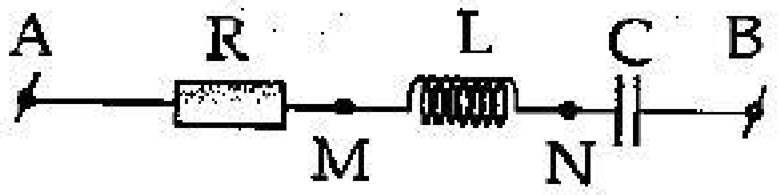
A. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây là 200V.

B. Công suất tiêu thụ của mạch lớn nhất.

C. Cường độ dòng điện cùng pha với điện áp giữa hai đầu mạch.

D. Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở là $80\sqrt{6}V$

Câu 34: Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Điện trở R = 80Ω, cuộn dây và tụ điện có điện dung C_0. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 200\sqrt{2}\cos 100\pi t(V)$ thì trong mạch xảy ra cộng hưởng điện và cường độ dòng điện trong mạch có giá trị hiệu dụng bằng 2A



Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MB là:

A. 160V B. 40V C. 20V D. 0V

Câu 35: Trong mạch điện xoay chiều gồm phần tử X mắc nối tiếp với phần tử Y. Biết rằng X, Y là một trong ba phần tử: điện trở thuần R, tụ điện C và cuộn dây.

Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp $u = U\sqrt{6}\cos 100\pi t(V)$ thì điện áp hiệu dụng trên hai phần tử X, Y đo được lần lượt là $U\sqrt{2}$ và U. X, Y là:

A. C và R B. cuộn dây và C

C. cuộn dây và R D. hai cuộn dây

Câu 36: Cho đoạn mạch điện gồm điện trở R, cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều có tần số và điện áp hiệu dụng không đổi. Dùng vôn kế nhiệt có điện trở rất lớn lần lượt đo điện áp giữa hai đầu đoạn mạch, hai đầu tụ điện và hai đầu cuộn dây thì số chỉ của vôn kế có giá trị tương ứng là U, U_C và U_L.

Biết $U = U_C = 2U_L$. Hệ số công suất của mạch điện bằng:

A. 1/2 B. $\sqrt{3}/2$ C. $\sqrt{2}/2$ D. 1

Câu 37: Một mạch dao động LC lí tưởng. Biết điện tích cực đại trên tụ là 10^{-6}C và cường độ dòng điện cực đại trong mạch là 1,256A. Thời gian ngắn nhất giữa hai lần điện tích trên tụ có độ lớn cực đại là:

A. 5.10^{-6}s B. $2,5.10^{-6}$s C. $1,25.10^{-6}$s D. $7,9.10^{-6}$s

Câu 38: Ở trạm phát điện, người ta truyền đi công suất 1,2MW dưới điện áp 6KV. Số chỉ các công tơ ở trạm phát và nơi tiêu thụ điện sau một ngày đêm chênh lệch nhau 5040KW.h. Điện trở của đường dây tải điện là:

A. 126Ω B. 84Ω C. 10,5Ω D. 5,25Ω

Câu 39: Một động cơ 200W – 50V, có hệ số công suất bằng 0,8, được mắc vào hai đầu cuộn thứ cấp của một máy hạ áp có số vòng dây của cuộn này gấp 5 lần số vòng dây của cuộn kia. Coi mất mát năng lượng trong máy biến áp là không đáng kể. Nếu động cơ hoạt động bình thường thì cường độ dòng điện hiệu dụng trong cuộn dây sơ cấp là:

A. 0,8A B. 1A C. 20A D. 25A

Câu 40: Một dây mảnh đàn hồi AB dài 100cm, đầu A gắn cố định, đầu B gắn vào một nhánh của âm thoa dao động nhỏ với tần số 60Hz. Trên dây có sóng dừng với 3 nút trong khoảng giữa hai đầu A và B. Bước sóng và tốc độ truyền sóng trên dây là:

A. 1m, 60m/s B. 25cm, 50m/s C. 1/3m, 20m/s D. 0,5m, 30m/s

Câu 41: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ ở 20^0C trên mặt đất. Đưa đồng hồ lên độ cao 1,28km thì đồng hồ vẫn chạy đúng. Cho biết hệ số nở dài thanh treo con lắc là $2.10^{-5}K^{-1}$, bán kính Trái Đất R = 6400km. Nhiệt độ ở độ cao đó là:

A. 10^0C B. 5^0C C. 0^0C D. -5^0C

Câu 42: Một tụ điện có điện dung 10μF được tích điện đến một hiệu điện thế xác định rồi nối với một cuộn thuần cảm có độ tự cảm L = 1H, bỏ qua điện trở của các dây nối. Lấy $\pi^2 = 10$. Sau khoảng thời gian ngắn nhất là bao nhiêu (kể từ lúc nối) điện tích trên tụ có giá trị bằng nửa giá trị ban đầu?

A. $\frac{1}{600}$s B. $\frac{3}{400}$s C. $\frac{1}{1200}$s D. $\frac{1}{300}$s

Câu 43: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox với quỹ đạo thẳng dài 20cm, tần số dao động 0,5 Hz. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tốc độ trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ vị trí có thế năng bằng 1/3 lần động năng đến vị trí có động năng bằng 1/3 lần thế năng là :

A. 7,31cm/s. B. 14,41cm/s. C.26,12cm/s. D. 21,96cm/s.

Câu 44: Có hai vật dao động điều hoà cùng biên độ A, với tần số 2Hz và 1Hz. Lúc đầu 2 vật đồng thời xuất phát từ vị trí cân bằng theo chiều dương. Khoảng thời gian ngắn nhất để 2 vật có cùng một li độ là:

A. 1/12 s. B. 1/3 s. C. 1/6 s. D. 0,5 s.

Câu 45: Một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hòa: $X = A_1\cos(\omega t)$cm; $X = 2,5\sqrt{3}\cos(\omega t + \varphi_2)$ và người ta thu được biên độ mạch dao động là 2,5cm. Biết A_1 đạt cực đại, hãy xác định φ_2?

A. không xác định được B. $\frac{\pi}{6}$ rad

C. $\frac{2\pi}{3}$ rad D. $\frac{5\pi}{6}$rad

Câu 46: Một vật dao động điều hòa với biên độ 6 cm.quãng đường nhỏ nhất mà vật đi được trong một giây là 18 cm.thời điểm kết thúc quãng đường đó thì li độ

A. 2 cm B. 3 cm hoặc –3 cm

C. 6 cm hoặc –6 cm D. 0

Câu 47: Cho mạch điện AB gồm một điện trở thuần R mắc nối tiếp với một tụ điện C và một cuộn dây theo đúng thứ tự. Gọi M là điểm nối giữa điện trở thuần và tụ điện, N điểm nối giữa tụ điện và cuộn dây. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $120\sqrt{3}$ V không đổi, tần số f = 50Hz thì đo được điện áp hiệu dụng giữa hai điểm M và B là 120V, điện áp U_{AN} lệch pha π/2 so với điện áp U_{MB} đồng thời U_{AB} lệch pha π/3 so với U_{AN}. Biết công suất tiêu thụ của mạch khi đó là 360W. Nếu nối tắt hai đầu cuộn dây thì công suất tiêu thụ của mạch là :

A. 810W B. 240W C. 540W D. 180W

Câu 48: Một mạch điện AB gồm tụ C nối tiếp với cuộn cảm thuần L. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều có tần số $\omega = \frac{2}{\sqrt{LC}}$. Điểm giữa C và L là M. Khi $u_{MB} = 40V$ thì u_{AB} có giá trị

A. 160V B. – 30V C. – 120V D. 200V

Câu 49: Cho đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM nối tiếp với MB; đoạn AM gồm R nối tiếp với C và MB có cuộn cảm có độ tự cảm L và điện trở r. Đặt vào AB điện áp xoay chiều có biểu thức: $u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ (V).

Biết $R = r = \sqrt{\frac{L}{C}}$, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu MB lớn gấp $\sqrt{3}$ điện áp hai đầu AM. Hệ số công suất của đoạn mạch có giá trị là

A. 0,866 B. 0,975 C. 0,755 D. 0,887

Câu 50: Hai nguồn kết hợp A và B dao động trên mặt nước theo các phương trình: $u_1 = 2\cos(100\pi t + \pi/2)$ cm; $u_2 = 2\cos(100\pi t)$ cm. Khi đó trên mặt nước, tạo ra một hệ thống vân giao thoa. Quan sát cho thấy, vân bậc k đi qua điểm P có hiệu số PA – PB = 5cm và vân bậc (k + 1) (cùng loại với vân bậc k) đi qua điểm P′ có hiệu số P′A – P′B = 9cm. Tìm tốc độ truyền sóng trên mặt nước? Các vân nói trên là vân cực đại hay cực tiểu?

A. 150cm/s, cực tiểu B. 180cm/s, cực tiểu

C. 250cm/s, cực đại D. 200cm/s, cực đại

Hướng dẫn giải

Câu 1:

+ Ta có: $\begin{cases} \lambda = 2\pi.c\sqrt{LC} \\ \lambda' = 2\pi.c\sqrt{L(C+C')} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \sqrt{\frac{C+C'}{C}} = 2 \Rightarrow C' = 3C$. *Chọn C*

Câu 2:

+ Ta có: $x = 10\cos\left(2\pi + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow v = -20\pi\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

+ Khi t = 0: $\Rightarrow \begin{cases} x_0 = 10\cos\dfrac{\pi}{2} = 0 \\ v_0 = -20\pi\sin\dfrac{\pi}{2} < 0 \end{cases}$

Vậy vật đi qua vị trí cân bằng ngược chiều dương. ***Chọn A***

Câu 3:

+ Ta có: Từ $q = Q_0 \Rightarrow q = 0 \Rightarrow t = \dfrac{T}{4} \Rightarrow T = 1{,}2\mu s$. ***Chọn A***

Câu 4:

+ Ta có: $\Delta t = n_1.4 = n_2.4{,}8 \Rightarrow \dfrac{n_1}{n_2} = \dfrac{6}{5} \Rightarrow \begin{cases} n_1 = 6n \\ n_2 = 5n \end{cases} (n = 1,2,3...)$

+ Vậy: $\Delta t = 24n\ (n = 1,2,3...) \Rightarrow \Delta t_{min} = 24(S)$. ***Chọn D***

Câu 5:

Công suất hao phí $\Delta P = I^2.R = \dfrac{P^2.R}{U^2.\cos^2\varphi} \Rightarrow \dfrac{\Delta P}{P} = \dfrac{P.R}{U^2.\cos^2\varphi}$

Suy ra $\dfrac{\Delta P_1}{P} = \dfrac{P.R}{U_1^2.\cos^2\varphi} = \dfrac{10}{100}$;

và $\dfrac{\Delta P_2}{P} = \dfrac{P.R}{U_2^2.\cos^2\varphi} = \dfrac{2{,}5}{100} \Rightarrow U_2 = 2U_1 = 400kV$

Vậy phải tăng thêm 200kV. ***Chọn B***

Câu 6:

Tần số góc $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = 20rad/s$

Biên độ dao động $A^2 = x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2} = 5cm$

Số chu kỳ thực hiện được $N = \dfrac{A}{\Delta A}$ với $\Delta A = \dfrac{4F_{ms}}{k} = \dfrac{4\mu mg}{k} \Rightarrow \mu = 0{,}05$

Chọn D

Câu 7:

Ta có: $\begin{cases} x = 6\cos\left(\dfrac{\pi}{6}\right) = 3\sqrt{3}cm \\ v = -\omega A\sin\left(\dfrac{\pi}{6}\right) = -3\pi cm/s \end{cases}$. ***Chọn A***

Câu 8:

Dao động học đổi chiều ở vị trí biên, gia tốc có độ lớn cực đại. ***Chọn B***

Câu 9:

Tốc độ truyền sóng v = S/t = 1m/s. Bước sóng $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1}{2} = 0,5m$

Phương trình tại M: $x = 3\cos\left(4\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)cm = 3\cos\left(8\pi - \frac{2\pi.2,5}{0,5}\right)cm = 3cm$

Chọn D

Câu 10:

Điện dung của tụ phẳng chỉ có hai tấm song song là $C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$. Khi có n tấm ghép song song thì được (n – 1) tụ ghép song song với nhau:

$C_b = (n-1)C_1 \Rightarrow \lambda_1 = 2\pi c\sqrt{LC_b} = 942m\ \left(k = 9.10^9\right)$. *Chọn C*

Câu 11:

Phương trình dao động tại trung trực

$u = 2a\cos\left(20\pi t - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$, do: $d_1 = d_2 = d$

Dao động ngược pha nên:

$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = (2k+1)\pi \Rightarrow d = \frac{(2k+1)\lambda}{2}$, do: $d \geq \frac{S_1S_2}{2} \Rightarrow d_{min} = 6cm$. *Chọn D*

Câu 12:

Vận tốc của M khi qua vị trí cân bằng: $v = \omega A = \sqrt{\frac{k}{m}}A = 10.5 = 50cm/s$

Vận tốc của hai vật sau khi m dính vào M: $v' = \frac{Mv}{M+m} = \frac{0,4.50}{0,5} = 40cm/s$

Cơ năng của hệ khi m dính vào M: $W = \frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}(M+m)v'^2$

$A' = v'\sqrt{\frac{M+m}{k}} = 40\sqrt{\frac{0,5}{40}} = 2\sqrt{5}cm$. *Chọn A*

Câu 13:

Khi đó trên dây chỉ có một bụng và hai nút

$l = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{k} \Rightarrow \lambda_{max} \Rightarrow k = 1 \Rightarrow \lambda_{max} = 2l$. *Chọn D*

Câu 14:

Con lắc dao động mạnh nhất khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng

$\Rightarrow v = \frac{S}{T} = 15m/s = 54km/h$. *Chọn D*

Câu 15:

Hướng dẫn: $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{2}$

Suy ra mạch chỉ chứa tụ điện. *Chọn D*

Câu 16:

Để công suất tiêu thụ trên toàn mạch là cực đại

$R = -r + |(Z_L - Z_C)| = 30\Omega$. *Chọn C*

Câu 17: $f = \frac{np}{60} \Rightarrow n = \frac{60f}{p} = 1000$ vòng/phút. *Chọn D*

Câu 18:

Mắc nối tiếp: $f_1^2 + f_2^2 = f_{nt}^2 \Rightarrow f_{nt} = 15kHz$. *Chọn D*

Câu 19: $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 6\pi.10^8\sqrt{LC} = 6m$

Sóng cực ngắn : bước sóng vài m , tần số 3.10^8Hz;

sóng ngắn : bước sóng 10^1 m, tần số 3.10^7Hz;

Sóng trung: bước sóng 10^2m, tần số 3.10^6Hz;

Sóng dài : bước sóng 10^3 m, tần số 3.10^5Hz; *Chọn D*

Câu 20: $\tan\varphi = \frac{Z_C}{R} = \frac{\frac{1}{\omega C}}{R} = \frac{\frac{1}{2\pi fC}}{R} = 1 \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi RC} = 40Hz$. *Chọn B*

Câu 21: $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.100.0,1^2 = 0,5(J)$

Khi vật đi từ $x_{max} = 10$ cm đến vị trí cân bằng thì

$A_{Fms} = F_{ms}.S = \mu mgS = 0,01(J)$

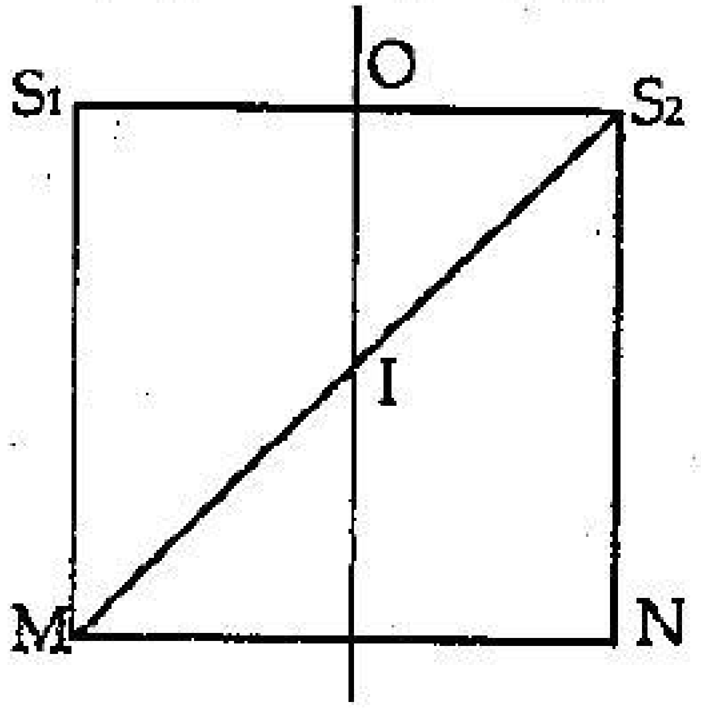
Khi về vị trí cân bằng cơ năng của con lắc còn lại:

$W' = W - A_{F_{ms}} = 0,5 - 0,01 = 0,49$ (J).

Tại vị trí cân bằng: $W' = W_đ$

$\Rightarrow W' = \frac{mv_{max}^2}{2} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2W'}{m}} = \sqrt{\frac{2.0,49}{0,1}} = 3,13(m/s)$. *Chọn D*

Câu 22:



$f = \frac{\omega}{2\pi} = 10(Hz); \lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{10} = 3(cm)$

$n < \frac{S_1S_2}{\lambda} = \frac{30}{3} = 10 \Rightarrow n = 9$

Vì 2 nguồn S_1, S_2 ngược pha nên từ O đến S_2 có 10 đường cực đại

⇒ từ I đến S_2 có 10 điểm dao động cực đại.

Xét đoạn MI, để trên đường này có các điểm cực đại thì các điểm đó phải thỏa mãn:

$$d_2 - d_1 = k\lambda \Rightarrow k = \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{\overline{MS_1} - \overline{MS_1}}{\lambda} = \frac{30\sqrt{2} - 30}{3} = 4,1 \Rightarrow k = 4$$

Trong khoảng M → I có 4 điểm cực đại, (tại I là cực tiểu vì 2 nguồn ngược pha.)

Vậy từ M đến S_2 có 14 điểm dao động cực đại. ***Chọn B***

Câu 23:

Khi tích điện cho con lắc thì chu kỳ giảm nên g′ tăng, mà $\vec{g'} = \vec{g} + \vec{a}$ nên $\vec{a}$ cùng hướng với $\vec{g}$ tức hướng xuống, mà $\vec{E}$ hướng từ dưới lên nên quả cầu phải tích điện âm.

Ta có: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} \Rightarrow a = 6m/s^2$

Mà: $a = \frac{F}{m} = \frac{|q|E}{m} \Rightarrow |q| = \frac{a.m}{E} = 6.10^{-5}C \Rightarrow q = -6.10^{-5}C$. ***Chọn B***

Câu 24:

$A = 4cm;\ \omega = \frac{v_{max}}{A} = 10\pi;\ \cos\varphi = \frac{x_0}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6}$ (vì $v > 0$). ***Chọn A***

Câu 25:

$W = \frac{1}{2}m\omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2}m\frac{g}{l}\alpha_0^2 l^2 = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$ mà m tăng 2 lần còn *l* giảm 2 lần nên W không đổi . ***Chọn C***

Câu 26:

$$l = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{v}{2f} \Rightarrow v = \frac{4lf}{2n+1} = \frac{4.0,5.850}{2n+1} = \frac{1700}{2n+1}$$

Mà $300m/s \le v \le 350m/s$

Nên: $300 \le \frac{1700}{2n+1} \le 350 \Rightarrow 2,53 \ge n \ge 1,92 \Rightarrow n = 2$. Vậy trong khoảng chiều dài của ống còn có 2 bó nên có 2 vị trí của mực nước cho âm được khuếch đại mạnh. ***Chọn B***

Câu 27:

$$\frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow I_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{L}} = 2\sqrt{\frac{3000.10^{-12}}{28.10^{-6}}} = 0,0512(A) \Rightarrow I = 0,0366(A)$$

$\Rightarrow P = rI^2 = 1,34.10^{-4}$ (W) = 134 (μW). ***Chọn D***

Câu 28:

Khi có cộng hưởng điện từ trong mạch thì cường độ trong mạch đạt cực đại vì thế công suất trong mạch đạt cực đại nên sự tiêu hao năng lượng trong mạch lúc này là lớn nhất. *Chọn C*

Câu 29:

Năng lượng điện từ tổng cộng trong mạch không thay đổi nên:

$$W = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}.5.10^{-6}.36 = 9.10^{-5}\,(J).$$ *Chọn A*

Câu 30: Điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch luôn bằng tổng điện áp tức thời giữa hai đầu từng phần tử còn điện áp hiệu dụng thì không. *Chọn C*

Câu 31:

Dòng điện không đổi: $P_1 = R.I_1^2$

Dòng điện xoay chiều: $P_2 = R.I_2^2$

Theo bài ra: $P_1 = 6P_2$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2} = 6 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \sqrt{6} \Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = \frac{I_1}{\sqrt{2}I_2} = \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{2}} = \sqrt{3}.$$ *Chọn A*

Câu 32:

Công suất tỏa nhiệt trên toàn mạch:

$$P_{\text{toàn mạch}} = UI.\cos\varphi = 120.0,3.\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = 18\sqrt{3}\ (W);$$

Công suất tỏa nhiệt trên dây: $P_{\text{dây}} = RI^2 = 100\sqrt{3}.0,3^2 = 15,59\ (W)$

Công suất tỏa nhiệt trên đoạn mạch X:

$$P_X = P_{\text{toàn mạch}} - P_{\text{dây}} = 18\sqrt{3} - 15,59 = 9\sqrt{3}\ (W).$$ *Chọn A*

Câu 33:

$$U_C = 200(V) \Rightarrow I = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{200}{100} = 2(A);$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U}{I} = \frac{160\sqrt{3}}{2} = 80\sqrt{3} = R$$

$$\Rightarrow Z_L - Z_C = 0 \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow U_L = U_C = 200(V)$$

$$\Rightarrow U_R = I.R = 2.80\sqrt{3} = 160\sqrt{3}\ (V)$$

⇒ A, B, C đúng. *Chọn D*

Câu 34:

Cộng hưởng $I_{max} = \frac{U}{R + R_L} \Rightarrow R_L = \frac{U}{I_{max}} - R = \frac{200}{2} - 80 = 20(\Omega)$

$$Z_L = Z_C \Rightarrow U_{MB} = U_{R1} = I.R_L = 2.20 = 40(V).$$ *Chọn B*

Câu 35:

Xét các phương án:

A. X là C ⇒ $U_C = U\sqrt{2}$; Y là R ⇒ $U_R = U$

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2} = \sqrt{U^2 + \left(U\sqrt{2}\right)^2} = U\sqrt{3} = U_{AB} \Rightarrow \text{Thỏa mãn}$$

B. X là cuộn dây ⇒ $U_d = U\sqrt{2}$; Y là C ⇒ $U_C = U$

⇒ Không đủ dữ kiện xác định U_{AB}

C. Cuộn dây và R ⇒ không xác định được U_{AB}.

D. Hai cuộn dây mà $U_X \neq U_Y$ ⇒ không thỏa mãn.

Chọn A.

Câu 36:

Ta có : $U = U_C = 2U_L$

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{U_R^2 + \left(\frac{U}{2} - U\right)^2} \Rightarrow U^2 = U_R^2 + \frac{U^2}{4} \Rightarrow U_R = \frac{\sqrt{3}}{2}U$$

Vậy: $\cos\varphi = \dfrac{U_R}{U} = \dfrac{\frac{\sqrt{3}}{2}U}{U} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$. *Chọn B*

Câu 37:

$$I_0 = \omega Q_0 \Rightarrow \omega = \frac{I_0}{Q_0} = \frac{1,256}{10^{-6}} - 1,256.10^6\,(rad/s) \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 5.10^{-6}\,(s)$$

Vậy thời gian ngắn nhất giữa 2 lần điện tích trên tụ cực đại là một nửa chu kỳ ⇒ $t = T/2 = 2,5.10^{-6}$ (s). *Chọn B*

Câu 38:

Công suất hao phí trong 1 giờ: 5040/24 = 210 (KW)

Ta có: $P_{hp} = R\dfrac{P^2}{U^2} \Rightarrow R = \dfrac{P_{hp}.U^2}{P^2} = \dfrac{210.10^3.\left(6.10^3\right)^2}{\left(1,2.10^6\right)^2} = 5,25(\Omega)$. *Chọn D*

Câu 39:

Vì máy hạ áp nên $N_1 = 5N_2$.

Từ công thức: $P_2 = U_2.I_2.\cos\varphi_2 \Rightarrow I_2 = \dfrac{P_2}{U_2.\cos\varphi_2} = 5(A)$

$\dfrac{N_1}{N_2} = \dfrac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_1 = \dfrac{N_2}{N_1}.I_2 = \dfrac{N_2}{5N_2}.5 = 1(A)$. *Chọn B*

Câu 40:

Trên dây có tất cả 5 nút ⇒ 4 bó

$$\Rightarrow l = n\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2l}{n} = \frac{2.100}{4} = 50(\text{cm}) = 0{,}5(\text{m}) \Rightarrow v = \lambda f = 30(\text{m/s})$$

Chọn D

Câu 41:

- Thay đổi độ cao: $\frac{\Delta T_1}{T_0} = \frac{h}{R}$; Thay đổi nhiệt độ, ta có: $\frac{\Delta T_2}{T_0} = \frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1)$

Để đồng hồ chạy đúng:

$$\frac{\Delta T_1}{T_0} + \frac{\Delta T_2}{T_0} = 0 \Rightarrow \frac{h}{R} - \frac{1}{2}\alpha(t_2 - t_1) = 0 \Rightarrow t_2 - t_1 = -\frac{2h}{\alpha R} = -\frac{2.1{,}28}{2.10^{-5}.6400} = -20$$

$$\Rightarrow t_2 = t_1 - 20 = 20 - 20 = 0^\circ C$$

Câu 42:

* *Cách 1:* Ta có: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{1.10.10^{-6}}} = \frac{10^3}{\pi}(\text{rad/s})$; $q = q_0.\cos\omega t$

Mà: $q = \frac{1}{2}q_0 \Rightarrow \frac{1}{2}q_0 = q_0.\cos\omega t \Rightarrow \cos\omega t = \frac{1}{2} = \cos\frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{1}{300}(\text{s})$

Chọn D

* *Cách 2:* $t = T/6 = 1/300$ s

Câu 43:

+ Sử dụng công thức $x = \frac{\pm A}{\sqrt{n+1}}$ với $n = \frac{E_d}{E_t}$ $\Rightarrow$ Các vị trí tương ứng thỏa mãn đề bài là $\pm\frac{A}{2}$ và $\pm\frac{A\sqrt{3}}{2}$ $\Rightarrow$ Thời gian ngắn nhất giữa hai vị trí bằng thời gian vật đi từ $\frac{A}{2} \to \frac{A\sqrt{3}}{2}$ là $\Delta t = \frac{T}{12} = \frac{1}{6}$s

$\Rightarrow$ Quãng đường tương ứng là

$S = \frac{A\sqrt{3}}{2} - \frac{A}{2} = 5\left(\sqrt{3} - 1\right)\text{cm} \Rightarrow \vec{v}_{tb} = \frac{S}{\Delta t} \approx 21{,}96\text{cm/s}$. *Chọn D*

Câu 44:

Chu kỳ $T_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{2}(\text{s}) < T_2 = \frac{1}{f_2} = 1(\text{s})$ $\Rightarrow$ Trong thời gian $\Delta t < \frac{T_1}{4} = \frac{1}{8}(\text{s})$ thì hai con lắc đang đuổi nhau nên không gặp nhau.

Khi vật (1) (có chu kỳ nhỏ) tới biên ($\Delta t = 1/8(\text{s})$) thì con lắc (2) đang tới vị trí $A/\sqrt{2}$ (Vì $1/8(\text{s}) = T_2/8$) $\Rightarrow$ Thời gian ngắn nhất để hai vật có cùng li độ không lớn hơn $\Delta t < \frac{T_1}{4} + \frac{T_1}{8} = \frac{3}{16}$

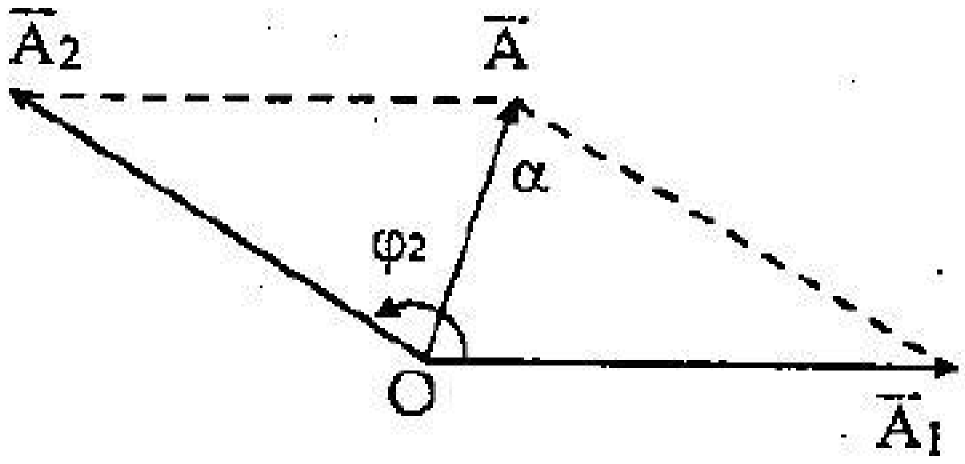
Tóm lại: $\frac{1}{8} < \Delta t < \frac{3}{16}$. **Vậy, chỉ đáp án C thỏa mãn.**

Thực ra thì vật (1) qua biên và ngược lại vị trí $x = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ thì gặp vật (2) tới đó.

Thật vậy:

$$\Delta t = \frac{T_1}{4} + \frac{T_1}{12} = \frac{T_1}{3} = \frac{1}{6}(s);\ \Delta t = \frac{T_2}{6} = \frac{1}{6}(s).$$ *Chọn C*

Câu 45:



Vẽ giản đồ vecto như hình vẽ

Theo định lý hàm số sin:

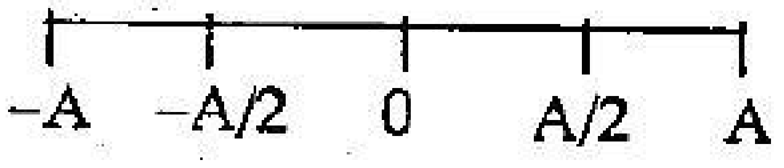
$$\frac{A_1}{\sin\alpha} = \frac{A}{\sin(\pi - \varphi_2)} \Rightarrow A_1 = \frac{A\sin\alpha}{\sin(\pi - \varphi_2)}$$

A₁ có giá trị cực đại khi sinα có giá trị cực đại = 1 ⇒ α = π/2

$$A_{1max} = \sqrt{A^2 + A_2^2} = \sqrt{2,5^2 + 3.2,5^2} = 5\ (cm)$$

$$\sin(\pi - \varphi_2) = \frac{A}{A_{1max}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \pi - \varphi_2 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{5\pi}{6}.$$ *Chọn D*

Câu 46:



Trong 1 chu kì quãng đường vật đi được $S = 4A = 24$ cm.

Quãng đường nhỏ nhất vật đi được là 3A = 18cm thì trong quãng đường A còn lại của đường đi trong cả chu kỳ, vật đi trong thời gian nhỏ nhất, tức là với vận tốc lớn nhất: đó là đoạn đường bao quanh vị trí cân bằng từ A/2 đến – A/2.

Để có quãng đường đi nhỏ nhất thì vật bắt đầu từ li độ A/2 (hoặc – A/2) ra biên dương (hoặc biên âm), khi đó thời điểm kết thúc quãng đường đó của vật có li độ x = –A/2 = – 3cm (hoặc li độ x = A/2 = 3 cm).

Chọn đáp án B.

Câu 47:

Theo giản đồ ta có

$$U_R = \sqrt{U_{AB}^2 + U_{MB}^2 - 2.U_{AB}.U_{MB}.\cos 30^0} = 120V$$

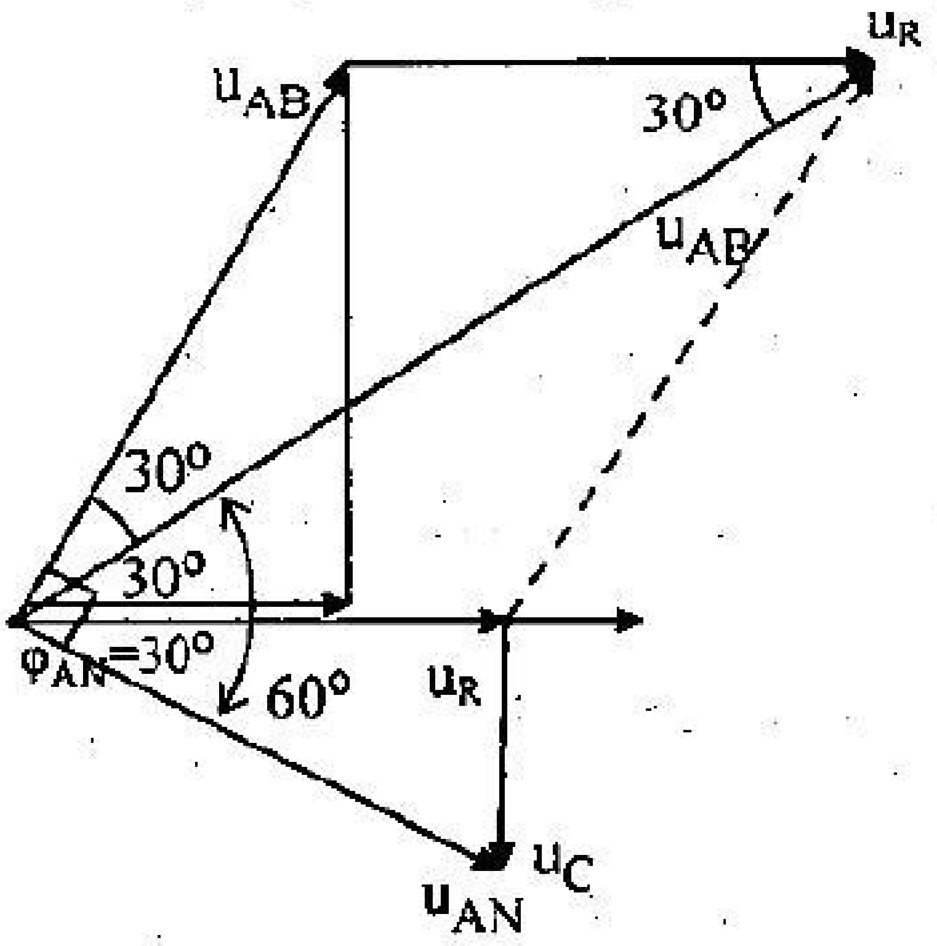
Công suất của mạch

$$P = UI\cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U\cos\varphi} = 2A$$

$\Rightarrow R = 60\Omega$

$$\cos\varphi_{AN} = \frac{R}{Z_{AN}}$$

$$\Rightarrow Z_{AN} = \frac{R}{\cos\varphi_{AN}} = \frac{60}{\cos 30} = 40\sqrt{3}\Omega$$



Khi cuộn dây nối tắt thì mạch chỉ còn lại mạch AN nên công suất là

$$P = I^2.R = \frac{U^2}{Z_{AN}^2}.R = \frac{(120\sqrt{3})^2}{(40\sqrt{3})^2}.60 = 540W$$

Câu 48:

$$\begin{cases} \dfrac{u_C^2}{U_{0C}^2} + \dfrac{i^2}{I_0^2} = 1 \\ \dfrac{u_L^2}{U_{0L}^2} + \dfrac{i^2}{I_0^2} = 1 \end{cases} \Rightarrow \frac{u_C^2}{U_{0C}^2} = \frac{u_L^2}{U_{0L}^2};\text{ với } U_{0C} = Z_C I_0 \text{ và } U_{0L} = Z_L I_0$$

$$\Rightarrow u_L = u_C \frac{Z_L}{Z_C} \Rightarrow u_L = -4u_C \text{ (}u_L\text{ ngược pha với }u_C\text{)}$$

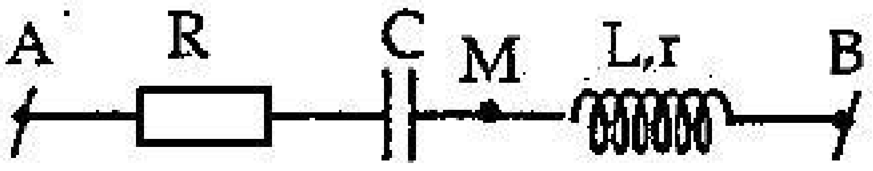
Vậy $u_{AB} = u_L + u_C = -3u_C = -\,120V$. *Chọn C*

Câu 49:

$$R = r = \sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow R^2 = r^2 = Z_L.Z_C \Rightarrow Z_C = \frac{R^2}{Z_L}$$

(Vì $Z_L = \omega L$; $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} \Rightarrow Z_L.Z_C = \dfrac{L}{C}$)

$U_{MB} = \sqrt{3}U_{AM} \Rightarrow Z_{MB} = \sqrt{3}Z_{AM}$



$\Rightarrow R^2 + Z_C^2 = 3r^2 + 3Z_L^2$

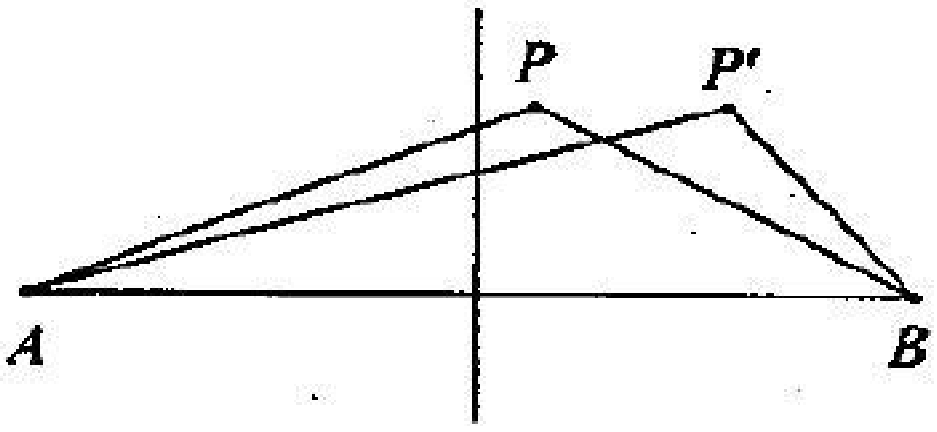
$$\Rightarrow Z_C^2 = 2R^2 + 3Z_L^2 \Rightarrow \left(\frac{R^2}{Z_L}\right)^2 = 2R^2 + 3Z_L^2$$

$$3Z_L^4 + 2R^2Z_L^2 - R^4 = 0 \Rightarrow Z_L^2 = \frac{R^2}{3} \Rightarrow Z_L = \frac{R}{\sqrt{3}} \text{ và } Z_C = R\sqrt{3}$$

$$\text{Tổng trở } Z = \sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{4R}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{R+r}{Z} = \frac{2R}{\frac{4R}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}866.$$ *Chọn A*

Câu 50



PA = d_1; PB = d_2

P'A = d'_1; P'B = d'_2

Sóng truyền từ S_1 và S_2 tới P

$$u_{1M} = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)$$

$$u_{2M} = 2\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

Xét hiệu pha của u_{1M} và u_{2M}: $\Delta\varphi = \frac{2\pi d_1}{\lambda} - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi d_2}{\lambda} = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{2}$

Điểm P dao động với biên độ cực tiểu nếu

$\Delta\varphi = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = (2k+1)\pi$ với k nguyên

$\Rightarrow d_1 - d_2 = (k + \frac{3}{4})\lambda = 5$ cm (1)

$\Rightarrow d'_1 - d'_2 = (k + 1 + \frac{3}{4})\lambda = 9$ cm (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \lambda = 4$cm. Khi đó: k = 0,5

$\Rightarrow$ P không thể là điểm cực tiểu.

Điểm P dao động với biên độ cực đại nếu:

$\Delta\varphi = \frac{2\pi(d_1 - d_2)}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = 2k\pi$ với k nguyên

$\Rightarrow d_1 - d_2 = (k + \frac{1}{4})\lambda = 5$ cm (1)

$\Rightarrow d'_1 - d'_2 = (k + 1 + \frac{1}{4})\lambda = 9$ cm (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \lambda = 4$cm $\Rightarrow$ khi đó k = 1 $\Rightarrow$ P là điểm cực đại

Do đó v = λ.f = 200 cm/s P, P' là các điểm cực đại. *Chọn D*

Mục lục

Chương I. DAO ĐỘNG CƠ

Chuyên đề 1: Dao động điều hòa và con lắc lò xo 3
Chuyên đề 2: Các dạng bài tập về con lắc đơn 47
Chuyên đề 3: Dao động tắt dần, dao động cưỡng bức, hiện tượng cộng hưởng 82
Chuyên đề 4: Tổng hợp dao động điều hòa 95

Chương II. SÓNG CƠ VÀ SÓNG ÂM

Chuyên đề 1: Sóng cơ và sự truyền sóng cơ 106
Chuyên đề 2: Giao thoa sóng cơ 123
Chuyên đề 3: Sóng âm 156
Chuyên đề 4: Sóng dừng 175
Chương III. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU 206
Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ 317

GIỚI THIỆU MỘT SỐ ĐỀ THI THỬ

Đề thi thử số 1 352
Đề thi thử số 2 373

CẨM NANG LUYỆN THI ĐẠI HỌC VẬT LÍ, TẬP 1

LÊ VĂN VINH

Chịu trách nhiệm xuất bản

NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG

Biên tập : HOÀNG NHẤT
Sửa bản in : QUỐC NHÀN
Trình bày : Công ty KHANG VIỆT
Bìa : Công ty KHANG VIỆT

NHÀ XUẤT BẢN TỔNG HỢP TP. HỒ CHÍ MINH
NHÀ SÁCH TỔNG HỢP
62 Nguyễn Thị Minh Khai, Q.1
ĐT: 38225340 – 38296764 – 38247225
Fax: 84.8.38222726
Email: tonghop@nxbhcm.com.vn
Website: www.nxbhcm.com.vn/ www.fiditour.com

Tổng phát hành

CÔNG TY TNHH MTV
DỊCH VỤ VĂN HÓA KHANG VIỆT
Địa chỉ: 71 Đinh Tiên Hoàng - P. Đa Kao - Q.1 - TP.HCM
Điện thoại: 08. 39115694 - 39105797 - 39111969 - 39111968
Fax: 08. 3911 0880
Email: khangvietbookstore@yahoo.com.vn
Website: www.nhasachkhangviet.vn

In lần thứ I, số lượng 2.000 cuốn, khổ 16×24cm.
Tại: **Cty TNHH MTV IN ẤN MAI THỊNH ĐỨC**
Địa chỉ: 71, Kha Vạn Cân, P. Hiệp Bình Chánh, Q. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh
Số ĐKKHXB: 1482-12/CXB/15-181/THTPHCM ngày 06/12/2012.
Quyết định xuất bản số: 1845/QĐ-THTPHCM–2012 do NXB Tổng Hợp Thành Phố Hồ Chí Minh cấp ngày 28/12/2012
In xong và nộp lưu chiểu Quý I năm 2013

FAHASA

www.nhasachkhangviet.vn

CÔNG TY TNHH MỘT THÀNH VIÊN DVVH KHANG VIỆT

Nhà Sách **KHANG VIỆT**

Địa chỉ: 71 Đinh Tiên Hoàng - P. Đakao - Q.1 - Tp. Hồ Chí Minh
Điện thoại: (08) 39115694 - 39105797 - 39111969 - 39111968
Fax: (08) 39110880
Email: khangvietbookstore@yahoo.com.vn
Website: www.nhasachkhangviet.vn

8 935092 521305

Giá 79.000